

Índex Documentació

Memòria

Plànols

Estudi Econòmic

Avantprojecte

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA

**Nous requeriments per el disseny de producte en el context de la
indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un
producte de consum.**

Memòria

Oriol Álvarez Gracia

PONENT: Julián Horrillo Tello

Tardor 2016



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Resum

Degut a la anomenada 4 revolució industrial o més aviat l'aparició de la Indústria 4.0 les empreses han de reformar el seu sistema de disseny de producte per poder adaptar-se a la nova situació industrial i aconseguir una bona competitivitat dins del mercat. Per aquest motiu en aquest projecte s'ha dissenyat un sistema de gestió de disseny de producte dins l'entorn de la Indústria 4.0 que permeti a una empresa seguir endavant i estar el dia.

Resumen

Debido a la mencionada 4^{ta} revolución industrial o más bien a la aparición de la Industria 4.0, las empresas han reformado su sistema de diseño del producto para poder adaptarse a la nueva situación industrial i conseguir una buena competitividad dentro del mercado. Por este motivo en este proyecto se ha diseñado un sistema de gestión de diseño de producto dentro del entorno de la Industria 4.0 que permita a una empresa seguir adelante y estar al día.

Abstract

Due to the aforementioned 4th industrial revolution or rather to the appearance of the Industry 4.0, companies have remodelled their product design system in order to adapt to the new industrial situation and achieve a good competitiveness within the market. For this reason, a product design management system has been designed in this project, within the Industry 4.0 environment to allow a company to move forward and stay current.

Índex

Índex de figures	III
Índex de taules	VII
1. Objectius	1
1.1. Propòsit	1
1.2. Finalitat	1
1.3. Objecte	1
1.4. Abast	1
2. Introducció	3
3. Objectius i especificacions tècniques	9
3.1. Objectius	9
3.2. Especificacions tècniques	10
4. Marc Conceptual	11
4.1. Bases de la Indústria 4.0.	11
4.2. Transformació digital: digitalització d'empresa	17
4.3. Smart Factories	21
4.3.1. CPS (Sistemes Cyber Físics)	26
4.3.2. CPS híbrid de IOT	28
4.3.3. Internet de les coses (IOT)	29
4.4. Nous models de negoci	35
4.5. Cloud computing (núvol)	36
4.6. Tractament de dades: Big Data	49
5. Procés d'Innovació	61
6. Eines i metodologies per el disseny de producte	71

II Nous requeriments per el disseny de producte en el context de la indústria 4.0.

6.1. Generació de l'idea	71
6.2. Disseny analític	73
6.3. Disseny detallat	78
6.4. Redisseny i producció.....	91
6.5. Comercialització.....	96
7. Cas pràctic	105
8. Planificació	135
8.1. Llistat de tasques del projecte.....	135
8.2. Diagrama de gant.....	139
9. Viabilitat mediambiental	141
10. Conclusions	145
11. Bibliografia.....	147

Índex de Figures

Figura 2.1. Esquema Indústria 4.0.....	4
Figura 2.2. Cadena de valor Michael E. Porter	5
Figura 2.3. Evolució de la industria.....	6
Figura 4.1. Aplicacions per a la indústria 4.0.....	16
Figura 4.2. Digitalització de l'empresa	17
Figura 4.3. Procés de digitalització.	21
Figura 4.4. Smart Factory	22
Figura 4.5. Les quatre característiques de l'industria 4.0.....	24
Figura 4.6. Didàctica de les TIC.....	25
Figura 4.7. CPS.....	26
Figura 4.8. Aplicacions de la Internet de les Coses.....	31
Figura 4.9. Sectors on es pot aplicar la IOT	34
Figura 4.10. Plataformes SaaS.....	38
Figura 4.11. Plataformes PaaS.....	39
Figura 4.12. Plataformes IaaS	40
Figura 4.13. Comparació dels tres models de serveis.....	40
Figura 4.14. Principals característiques de les primeres plataformes dels núvols.....	43
Figura 4.15. Principals proveïdors dels serveis al núvol	43
Figura 4.16. Diferents preus per empreses	44
Figura 4.17. Exemple de cost de Windows Azure	45
Figura 4.18. Variació de preus de Microsoft Dynamics CRM.....	45
Figura 4.19. Diferents eines ofertes en el Google Cloud Platform.....	46
Figura 4.20. Exemple del cost mensual de l'eina emmagatzematge i base de dades Cloud Storage	47
Figura 4.21. Exemple il·lustratiu del cost mensual de l'eina Google App Engine.....	48

IV Nous requeriments per el disseny de producte en el context de la indústria 4.0.

Figura 4.22.Comparació i exemple del cost d'utilitzar la infraestructura de Amazon Web Services (AWS), en comptes de una infraestructura pròpia.....	49
Figura 4.23.Definicions del concepte Big Data.....	50
Figura 4.24. Les quatre V del Big Data.....	51
Figura 4.25. Creació de valor del Big Data en diferents sectors	53
Figura 4.26. Plans de pagament de l'eina Optimizely	55
Figura 4.27. Creació de valor mitjançant Big Data	59
Figura 5.1. Model de Kline.....	64
Figura 5.2. Model de Kline primer camí	64
Figura 5.3. Model de Kline segon camí.....	65
Figura 5.4. Model de Kline tercer camí.....	65
Figura 5.5. Model de Kline quart camí.....	66
Figura 5.6. Model de Kline cinquè camí	66
Figura 5.7. Cicle de vida de un producte	69
Figura 6.1. Mapa mental.....	72
Figura 6.2. Versió simplificada de la "casa de la qualitat"	74
Figura 6.3. Cost del software AutoCAD	86
Figura 6.4. Serveis del software NX CAM	88
Figura 6.5. Serveis del software NX CAE - NX Nastram.....	91
Figura 6.6. Costos del software SimScale	91
Figura 6.7. Característiques software SumaCRM	100
Figura 6.8. Aplicacions d'un ERP.....	103
Figura 6.9. Funcionalitats tècniques del software ERP del SAP.....	104
Figura 7.1. Mapa menta d'ulleres	106
Figura 7.2. Relació entre els QUÈS i els COMS.....	109
Figura 7.3. Anàlisi QFD	112
Figura 7.4. Ulleres bàsiques	114

Figura 7.5. Assemblatge ulleres bàsiques.....	114
Figura 7.6. Ulleres millorades	114
Figura 7.7. Assemblatge ulleres millorades	115
Figura 7.8. Diagrama DFMA	116
Figura 7.9. Especificacions tècniques del model CubePro.....	117
Figura 7.10. Muntura millorada.....	122
Figura 7.11. Patilla millorada	122
Figura 7.12. Diagrama d'assemblatge d'una ullera de veure o de sol	122
Figura 7.13. Simetries de rotació Alfa i Beta per diverses peces	123
Figura 7.14. Per peces que poden ser agafades i manipulades amb una ma sense ajuda de cap eina	123
Figura 7.15. Per peces que poden ser elevades amb una ma, però requereixen dues mans perquè s'emboliquen, son flexibles o requereixen una deformació	124
Figura 7.16. Peces inserides, però no assegurades immediatament o assegurades a pressió	125
Figura 7.17. Temps estàndards seleccionats d'inserció manual en segons (les peces son petites i no hi ha resistència a la inserció)	125
Figura 7.18. Temps de diferents operacions seleccionades, en segons (peces solides que ja estan col·locades).....	125
Figura 7.19. Aplicacions del software Arena PLM.....	132
Figura 7.20. Aplicacions incloses en el cost mensual	133

Índex de Taules

Taula 4.1. Diferències entre Big Data i Business Intelligence	14
Taula 5.1. Classificació i models de diferents autors sobre el procés d'innovació.....	63
Taula 6.1. Eines comercials Mapes Mentals	73
Taula 6.2. Aspectes per a la viabilitat de fabricació.....	80
Taula 6.3. Exemple d'eines per fer el desplegament del DFM	80
Taula 6.4. Índex de gravetat	94
Taula 6.5. Índex d'ocurrència	95
Taula 6.6. Índex de detecció.....	95
Taula 7.1. Importància dels QUÈS.....	110
Taula 7.2. Importància dels COMS.....	111
Taula 7.3. Components d'una ullera de veure o de sol	118
Taula 7.4. Detall cargols i reblons.....	119
Taula 7.5. Components a eliminar o reduir	119
Taula 7.6. Millores en el procés de producció.....	121
Taula 7.7. Taula per calcular l'eficiència de l'assemblatge 1.....	126
Taula 7.8. Taula per calcular l'eficiència de l'assemblatge 2.....	127
Taula 7.9. Resultats obtinguts gracies a DFMA.....	128
Taula 7.10. Anàlisi AMFE d'una ullera.....	130
Taula 8.1. Taula de tasques	138
Taula 9.1. Accions impactants.....	142
Taula 9.2. Factors ambientals impactants.....	142

VIII Nous requeriments per el disseny de producte en el context de la indústria 4.0.

1. Objectius.

1.1. Propòsit.

Crear un sistema de disseny de producte dins de l'àmbit de la Indústria 4.0 i realitzar la seva implementació amb un cas pràctic d'un producte innovador.

1.2. Finalitat.

Estudia les diferents metodologies i eines que existeixen actualment per el disseny de producte en l'entorn de la Indústria 4.0. Ajudar a les empreses a dissenyar i innovar un producte satisfent les necessitats i expectatives del client i reduint el Time-to-market i així donar valor afegit al producte.

1.3. Objecte.

A partir de les metodologies i les eines estudiades extreure unes conclusions que serveixin com a base del sistema de disseny de producte que es vol crear. Donant lloc a l'aplicació del sistema de disseny, que s'esmenta al llarg d'aquest projecte, d'un producte de consum innovador.

1.4. Abast.

Es realitzarà un sistema de disseny de producte dins l'entorn de la Indústria 4.0 que permetrà ser aplicat per qualsevol empresa.

El sistema de disseny de producte pot innovar tant en el producte o en el procés de fabricació del producte, en el cas pràctic que es farà es centrarà en el procés de fabricació, en el valor afegit del producte.

No es realitzarà el prototip de cap producte, simplement es realitzarà un cas teòric aplicant les metodologies i les eines estudiades.

2. Introducció.

L'objecte del projecte que es proposa és l'estudi dels nous requeriments de disseny de producte en el context de la Indústria 4.0, parant especialment atenció amb els relacionats amb la generació de valor pel client i la reducció del *time-to-market*. Per tal d'arribar a dissenyar un model de disseny d'un producte adaptat a les noves tecnologies, primer es procedirà a fer un anàlisi dels elements necessaris de la Indústria 4.0, com per exemple els sistemes ciber-físics (CPS) i el *big data*.

Un cop es tinguin clar els elements claus per poder desenvolupar el producte, s'analitzaren els avantatges que comporten aquestes tecnologies, mitjançant un anàlisi de les fàbriques intel·ligents i els passos per arribar-hi. Com a fàbriques intel·ligents s'entenen aquelles fàbriques les quals mitjançant l'ús de les noves tecnologies, com ara l'automatització o el núvol, aconsegueixen la creació d'una xarxa directe i a temps real entre totes les màquines i els operaris, la qual és capaç d'enviar la informació en el lloc on es necessiti, axis com facilitar la presa de decisions.

Posteriorment, es farà un anàlisi tant de les especificacions tècniques necessàries com la viabilitat del projecte, per tal de quantificar la inversió necessària ha realitzar.

L'objectiu és l'aplicació del marc conceptual establert al disseny d'un nou producte de consum innovador o a la millora significativa d'un ja existent.

Per tal d'aconseguir aquest objectius, el que es farà serà una revisió i estudi de les metodologies i les eines disponibles per a la innovació d'un producte i per a la seva fabricació i llançament, i finalment desenvolupar tot un model basat en els nous requeriments de la Indústria 4.0.

Per tant, el primer pas serà definir el terme Indústria 4.0, el qual va ser encunyat pel govern alemany per descriure la fàbrica intel·ligent, una visió de la fabricació informatitzada amb tots els processos interconnectats.

"Segons *Germany Trade & Investment* (GTAI), la "Indústria 4.0" fa referencia a l'evolució tecnològica de sistemes encastats a sistemes ciber-físics. En altres paraules, "Indústria 4.0" representa la quarta revolució industrial orientada al Internet de les coses, les dades i els sistemes. La descentralització de la intel·ligència ajuda a crear

xarxes intel·ligents i a la gestió independent de processos, amb la interacció dels mons reals i virtuals representant el nou aspecte clau de la fabricació i producció.

Indústria 4.0 representa un canvi en el paradigma de producció centralitzada a descentralitzada. En altres paraules, això significa que la producció industrial no només processa el producte, sinó que el producte es comunica amb la màquina per dir-li que fer exactament." [1]

Aquest concepte es àmpliament utilitzat a Europa, especialment en el sector industrial alemany. A Estats Units i els parlants de llengua anglesa fan servir altres expressions com ara "*Internet of Things*" (IOT) o "*Industrial Internet of Things*" (IIOT) [2,3].

Aquestes expressions tenen en comú el reconeixement de que tant la indústria tradicional com els mètodes de producció utilitzats fins ara, estan apunt de quedar obsolets a favor de una transformació digital. Des de fa un temps, els processos industrials han anat acompanyats de tecnologies de la informació (IT) avançades, però les últimes tendències van mes enllà de l'automatització de la producció, la qual, des de 1970, s'ha basat en el desenvolupament en electrònica e IT.

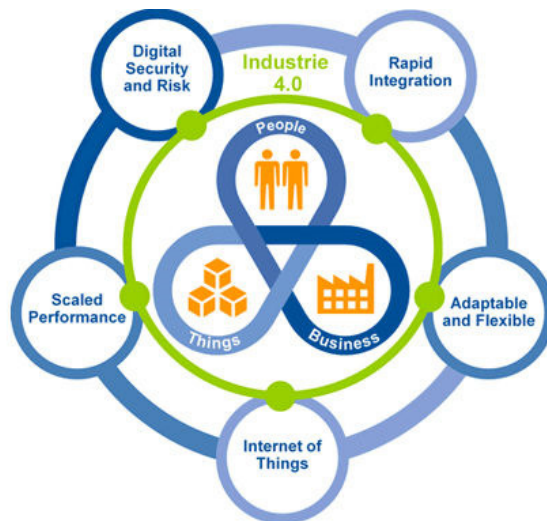


Figura 2.1. Esquema Indústria 4.0 [4].

La indústria 4.0 suposa un salt qualitatiu en l'organització i gestió de la cadena de valor de la indústria. Ve determinada pels grans avenços de la tecnologia, permetent, entre altres beneficis, la hibridació entre el món físic i el digital o una major especialització en la cadena de valor i connectivitat entre els diferents actors.

Segons Michael E. Porter, el concepte “Cadena de valor” divideix les activitats d'una companyia en diferents activitats tecnològiques i econòmiques que realitza per fer negocis, les quals s'anomenen “activitats de valor”. El valor que genera una empresa es mesura per la quantitat de compradors que estan disposats a pagar per un producte o servei. Les activitats de valor es divideixen en 9 categories genèriques. Activitats primàries, son aquelles involucrades en la creació física del producte, el seu màrqueting i distribució als compradors i el seu suport i servei després de la venda. Les activitats de suport proporcionen els inputs i infraestructures que permeten que les activitats primàries tinguin lloc. En resum, la cadena de valor d'una empresa és un sistema d'activitats interdependents, les quals estan connectades mitjançant vincles [5].



Figura 2.2. Cadena de Valor Michael E. Porter [6]

Tal i com es pot observar en la figura 2.2. la indústria ha passat per 3 revolucions industrials [3, 7], la primera revolució industrial a vapor, la producció en massa de la segona i l'electrònica i la proliferació de la tecnologia de la informació ha caracteritzat la tercera, arribant al dia d'avui a la quarta revolució industrial, la qual es coneguda com a Indústria 4.0 .

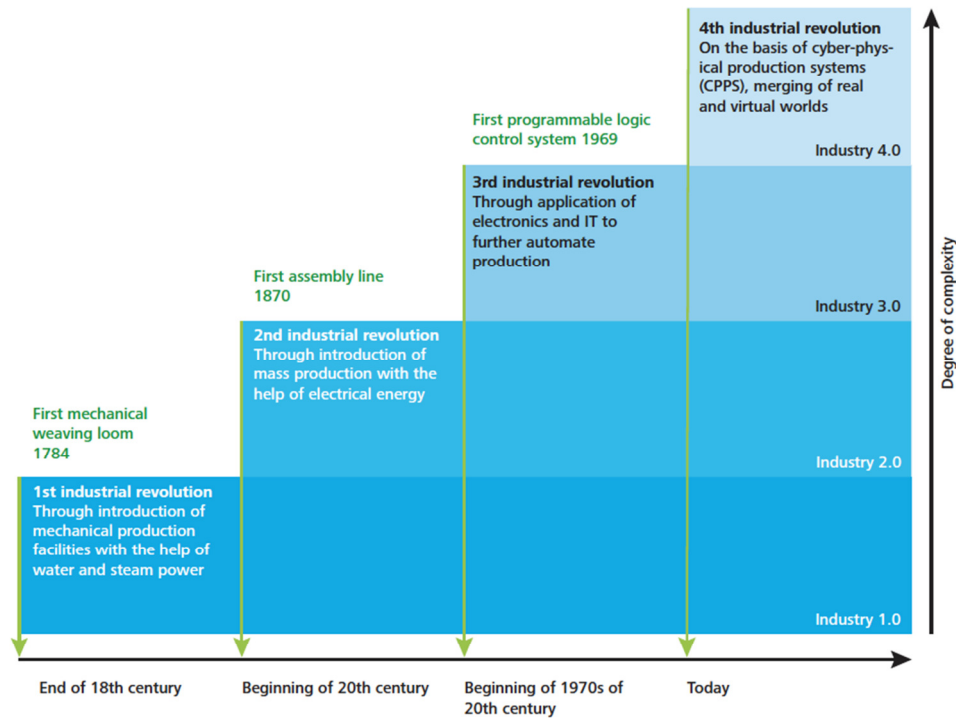


Figura 2.3. Evolució de la indústria [3].

- La 1era revolució industrial: va suposar un gran impacte en la societat, economia i cultura de tot el món. Va ser un llarg procés d'innovacions que va durar uns 150 anys. Durant aquest període es van introduir instal·lacions mecàniques per la producció amb l'ajuda de l'energia de l'aigua i el vapor, especialment en els sectors de manufactura, producció d'energia, transports i agricultura.
- La 2ona revolució industrial: amb l'aparició de la productivitat en cadena, es va introduir la producció en massa amb l'ajuda de l'energia elèctrica. Un dels resultats d'aquestes innovacions va ser la creació d'economies d'escala causant una reducció en els costos mentre les màquines i el volum de producció augmentaven.
- La 3era revolució: al final del segle XX van aparèixer els ordinadors, els softwares i els "paquets d'informació" que permetien la comunicació entre ordinadors. Addicionalment, a través de l'aplicació de l'electrònica i l'IT es va crear la producció automatitzada.
- La 4ta revolució industrial: actualment, la fusió entre el sistema industrial, els ordinadors i els sistemes de comunicació obren una nova frontera per accelerar la productivitat, reduir ineficiències i millorar l'experiència humana en la feina. Un dels elements claus en aquest procés és el sistema de producció ciber-físic.

(CPPS) que permet fusionar el mon real amb el mon virtual. La “producció intel·ligent” es converteix en la norma en un mon on màquines intel·ligents basades en tecnologies d’informació i comunicació (ICT), sistemes i xarxes son capaços de intercanviar i respondre informació independentment, per gestionar el procés productiu industrial.

Abast detallat del projecte

L'abast del projecte proposat de fer un sistema de gestió de disseny d'un producte en el context de la Indústria 4.0, és realitzar un estudi de les metodologies i les eines per dissenyar un producte innovador i aplicar-les, per dissenyar-ne un de nou o millorar-ne un de ja existent.

Un cop s'ha realitzat l'estudi i s'han identificat les eines i les metodologies per crear un producte nou i innovador, es realitzarà una proposta del desenvolupament de la solució, escollint la combinació d'eines i metodologies que més s'adeqüin amb els objectius i les especificacions tècniques definides.

El principal objectiu del projecte és identificar nous requeriments per al disseny de producte en el context de la Indústria 4.0, i l'aplicació d'aquets nous requeriments al disseny i llançament d'un producte de consum i així aconseguir reduir significativament el *time-to-market*.

El següent pas serà fer la tria d'un producte innovador i aplicant-li les metodologies i les eines de disseny de producte estudiades.

Un cop s'ha dissenyat, desenvolupat i llançat el producte es farà un estudi de viabilitat econòmica i de viabilitat mediambiental, per tal de demostrar que l'aplicació d'eines i metodologies relacionades amb la Indústria 4.0 és una forma molt competitiva de gestionar un producte.

3. Objectius i especificacions tècniques.

En aquest capítol s'indiquen els objectius del projecte i les especificacions tècniques associades.

El principal objectiu del projecte és la realització d'un Sistema de Gestió de disseny de producte en el marc conceptual de la Indústria 4.0.

3.1 Objectius.

A continuació es destaquen quatre objectius per poder mesura si la realització del projecte dona solució al problema plantejat.

- Innovació de producte.

L'objectiu és introduir en el mercat un producte nou o sensiblement millorat respecte a les seves característiques bàsiques, especificacions tècniques, software o prestacions.

- Reducció del *Time-to-Market* d'un producte.

Aquest objectiu tracta de reduir al màxim el temps entre l'aparició de la necessitat del client o de la generació de la idea fins que aquest és comercialitzat.

- Generació de valor pel client.

La intenció d'aquest objectiu és dissenyar un producte que cobreixi les necessitats del client i generant així valor pel client.

3.2 Especificacions tècniques.

Un cop definits els objectius del projecte cal definir les especificacions tècniques d'aquest objectius per tal de que aquests es puguin complir.

- Innovació de producte.
 - Innovar dins entorn Indústria 4.0.
 - Seguir el procés d'innovació: Model de Kline.
 - Fer servir la metodologia de generació d'idees: *Brainstorming* i Mapes Mentals.

- Reducció del *Time-to-Market* d'un producte.
 - Mitjançant les metodologia DFM i DFMA.
 - Utilitzant eines CAD, CAM i CAE.
 - Fer incís de la metodologia PLM.

- Generació de valor pel client.
 - Fer ús de la metodologia QFD.
 - Aplicant la metodologia AMFE.

4. Un Marc Conceptual.

En aquest capítol es detallaran els elements que componen el marc conceptual de la Indústria 4.0, i així poder entendre aquest nou concepte de la Indústria.

4.1. Bases de la Indústria 4.0.

Aportar instruments digitals a les màquines industrials és el primer pas. Diferents factors s'han alineat per tal d'aconseguir que la indústria 4.0. sigui viable. A continuació s'explica amb detall part d'aquest factors claus:

- *CPS (Cyber-Physical Systems)*: es tracte de mecanismes controlats per algoritmes que gestionen sistemes interconnectats entre productes físics i tecnològics. Amb els recents avenços que han resultat en una major disponibilitat i uns costos menors de sensors, sistemes d'adquisició de dades i xarxes informàtiques, i degut a la elevada competitivitat en el sector industrial, les fàbriques tenen una necessitat d'implementar sistemes amb altes prestacions tecnològiques [8]. Es un dels motors de les tecnologies d'informació i comunicació (ICT), junt amb les xarxes globals, que impulsa el progrés tecnològic.

Aquests mecanismes no tan sols connecta les màquines entre elles, sinó que a més, crea una xarxa intel·ligent de màquines, propietats, sistemes ICT, productes intel·ligents i persones a través de tota la cadena de valor i del cicle de vida de un producte.

El CPS permet fusionar el món virtual amb el món físic on objectes intel·ligents es comuniquen e interactuen entre ells.

- *Internet of Things (IOT)*: els CPS són la base per la creació del internet de les coses (IOT) [8], on es combina amb el internet dels serveis per crear la indústria 4.0. La interacció entre sistemes amb softwares d'alt rendiment e interfases que estan integrades en les xarxes digitals crea un món completament nou de sistemes funcionals interconnectats entre ells, com per exemple si les farmacioles dels hospitals estiguessin connectades a internet i equipades amb dispositius de identificació no existirien medicines fora d'estoc o caducades.

- *Industrial Internet of Things (IIOT)*: Avui en dia, només algunes màquines estan connectades a la xarxa i utilitzen ordinadors integrats [9]. Amb la internet industrial de les coses (IIOT), més aparells (inclús productes sense acabar) seran enriquits amb ordinadors integrats i connectats utilitzant tecnologies estàndards. Això permetrà a les màquines comunicar-se i interactuar entre elles amb controls més centralitzats. Aquest procés descentralitzarà els processos d'anàlisi i presa de decisions, permeten respostes a temps real, ja que es podrà tenir informació sobre tot el procés productiu contínuament.
- *Business intelligent*: es l'habilitat de transformar les dades i la informació en coneixement per tal de poder optimitzar la presa de decisions en un negoci. Les dades i la informació són una de les peces claus en la indústria 4.0., però el creixement massiu del flux d'informació aporta poc valor sense les tècniques d'anàlisi adequades. Aquestes dades provenen de múltiples fonts, en diferents formats i hi ha una necessitat de combinar la informació interna amb l'externa. Gràcies a les tècniques d'anàlisi utilitzades en el procés de Business intelligent, com ara els quadres de comandament integrat (CMI), sistemes de suport a la presa de decisions (DSS) o sistemes d'informació executiva (EIS), s'arriba a crear valor per l'empresa.
- *Big Data*: Fa referència a l'emmagatzematge de grans quantitats de dades i als procediments utilitzats per identificar patrons repetitius [10]. Els avenços en softwares i tècniques d'anàlisi permeten analitzar la gran quantitat de dades generades per dispositius intel·ligents.
Big data es convertirà en un punt clau en termes de competitivitat, provocant noves formes de creixement de la productivitat e innovació, gràcies els diferents àmbits on la seva utilització pot crear valor, com per exemple:
 - Pot fer la informació transparent i utilitzable a una freqüència més elevada.
 - A mesura que les organitzacions creant i emmagatzemant més dades en forma digital, podran recol·lectar informació més acurada i detallada des de productes en estoc fins baixes de personal per malaltia, incrementant la rendibilitat.

- Permet una orientació més centrada per a cada client.
- Millora en la presa de decisions.
- Millora en el desenvolupament de nous productes i serveis.

Diferències entre *Big Data* i *Business Intelligence*:

Tot i que el *Big Data* i el *Business Intelligence* son dues tècniques per analitzar dades i així poder ajudar a les empreses en la presa de decisions, les dues tècniques difereixen tant en el forma en que ho fan com en la tipologia de dades a analitzar.

Les principals diferències entre les dues tècniques son les següents:

- Amb la tecnologia *Big Data*, les dades s'emmagatzemen en un sistema de fitxers distribuïts, en comptes de en un servidor central com en el cas del *Business Intelligence*.
- Les solucions de *Big Data* porten les funcions de processos a les dades, en comptes de les dades a les funcions. Al estar el anàlisi centrat al voltant de la dada, això permet moure quantitats més grans de informació de forma més àgil.
- Les dades a analitzar poden tenir diferents formats (estructurats o no estructurats) amb la metodologia de *Big Data*, mentre que el *Business Intelligence* només pot utilitzar dades estructurades. El volum de dades no estructurades (dades no emmagatzemades en una base de dades tradicional) està creixent exponencialment i les solucions de *Big Data* permeten un anàlisi global de diferents fonts de informació.
- Les dades processades per les solucions *Big Data* poden ser històrics o de temps real, mentre que les de *Business Intelligence* només poder ser històriques.
- La tecnologia *Big Data* utilitza conceptes de processament paral·lel massiu (MPP), lo que permet analitzar grans volums de dades de forma ràpida. En el cas de *Business Intelligence*, utilitza cubs multidimensionals.

A continuació es mostra un resum de les principals diferències entre les dues tècniques d'anàlisi de dades:

	<i>Big Data</i>	<i>Business Intelligence</i>
Sistema emmagatzematge	Fitxes distribuïts	Servidor central
Relació funcions - dades	Porta les funcions a les dades	Porta les dades a les funcions
Format dades	Estructurades i no estructurades	Estructurades
Dades	Històriques i de temps real	Històriques
Tecnologia	Processament paral·lel massiu (MPP)	Cubs multidimensionals

Taula 4.1. Diferències entre *Big Data* i *Business Intelligence* [11]

- *Cloud Computing*: El terme “*cloud computing*” fa referència a un model que permet un accés ubic, convenient, amb accés a la xarxa a demanda a un conjunt compartit de recursos informàtics, els quals es poden configurar, com ara xarxes, servidors, emmagatzematge, aplicacions i serveis, que poden ser ràpidament aprovisionats i alliberats amb el mínim esforç de gestió o d'interacció amb el proveïdor.
- Seguretat cibernètica: Amb l'increment de la connectivitat, s'ha observat la necessitat de un eficient règim de seguretat en Internet. Mantenir una infraestructura IT protegida es un requeriment vital [7, 9]. Els processos de seguretat i control han de ser dissenyats amb múltiples capes de defensa. Segons Barry Hensley, Director de la Unitat Contra les Amenaces / Grup de Recerca per l'empresa Dell SecureWorks: “Els processos de seguretat i control han de incloure vulnerabilitat en el cicle de vida de la gestió, protecció al final, sistemes de detecció/prevenició de intrusos, visibilitat de la xarxa i entrenament en seguretat.” La protecció d'informació sensible i valuosa es el principal objectiu de la gestió de la seguretat. Durant els darrers anys, s'han fet diverses aliances tant entre empreses tecnològiques i de seguretat cibernètica, com ara entre companyies industrials i de seguretat cibernètica.

Alguns exemples d'aliances son els següents [12]:

- Siemens i Instituto Nacional de Ciberseguridad
- Sogeti i IBM
- Sogeti i Agencia Nuclear Francesa
- IBM i Veritas Technologies amb l'objectiu de crear un núvol híbrid.
- Nokia i Hewlett-Packard Enterprise amb l'objectiu de crear aplicacions per l'àmbit industrial.

Segons un article publicat el 13 febrer 2017 a la “Revista Transformación Digital”, l'empresa Siemens i El Instituto Nacional de Ciberseguridad de España (INCIBE) han creat un laboratori pioner per millorar, impulsar i protegir la Indústria espanyola. Segons l'article, la ciberseguretat es essencial a la indústria per protegir la planta de producció i els seus sistemes d'automatització. Sobretot després del desenvolupament del concepte “Internet de les coses”, en el que cada cop mes aparells estan connectats a Internet. Cal tenir en compte que qualsevol procés productiu pot patir un ciberatac amb conseqüències horribles com l'espionatge de dades confidencials, pèrdua de propietat intel·lectual o el sabotatge de la pròpia producció: temps de parada, manipulació de dades o del propi software d'aplicació i l'ús no autoritzat de funcions del sistema. Per aquest motiu, cada cop més empreses industrials estan formalitzant aliances amb empreses de ciberseguretat [13].

Segons un article de “Silicon” del 8 de febrer de 2017, les empreses IBM, AT&T, Nokia, Palo Alto Networks i Symatec, entre altres, han format una organització anomenada “IoT Cybersecurity Alliance”. Es tracta d'una iniciativa per prevenir incidents de seguretat degut a les vulnerabilitats que ofereixen actualment les estructures IOT. Un dels principals objectius de l'organització és iniciar investigacions col·laboratives en seguretat dins de la Internet de les Coses, de forma que s'identifiquin els desafiaments que ofereix aquest nou ecosistema en sectors com el de l'automòbil o la industrial [14].

Un altre article de “Silicon” del 2 de desembre del 2016, les empreses Nokia i Hewlett-Packard Enterprise, han creat aliances en l'àmbit de les solucions de la Internet de les Coses. L'objectiu és crear aplicacions de caràcter industrial i de fabricació, així com recursos per la ciutat intel·ligent. Algun exemple de les

aplicacions son: avenços en l'automatització, en manteniment predictiu i gestió d'actius, entre altres [15].

Cal destacar també que per tal d'arribar a la indústria 4.0. mitjançant innovacions tecnològiques, primer ha estat necessari una inversió en investigació per tal de desenvolupar la tecnologia necessària.

Es important mencionar que hi han hagut una sèrie d'associacions i institucions, les quals han servit com a base inicial pel desenvolupament de la tecnologia necessària per aconseguir la Indústria 4.0.

El binomi de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TICs) -Indústria, o viceversa [10], ocupa un paper destacat en l'agenda dels líders polítics nacionals i internacionals.

Si bé en el seu temps les biociències, i posteriorment les nano ciències, se situaven en els primers llocs del "*hit parade*" d'oportunitats d'alt potencial basades en la ciència i la tecnologia, la fabricació intel·ligent, o el que és el mateix, el binomi TICs-indústria rep en aquest moment una atenció similar, ja que es té l'esperança que aquest binomi serveixi per regenerar la indústria manufacturera.

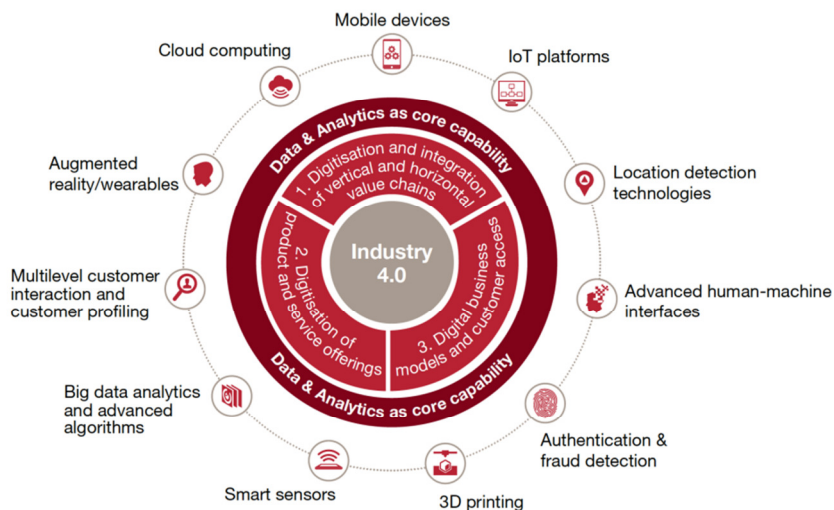


Figura 4.1. Aplicacions per a la indústria 4.0 [16].

4.2. Transformació digital: digitalització d'empresa

La introducció de les tecnologies digitals en la indústria permet que dispositius i sistemes col·laborin entre ells i amb altres, permeten modificar els productes, processos i models de negoci.

La digitalització aporta una oportunitat clau per la millora de la competitivitat de la indústria en un mercat cada vegada mes globalitzat. En conseqüència, es necessària una transformació de la indústria, i el motor digital ha de ser la clau en aquest sentit.

Per tal d'arribar a la digitalització, les empreses hauran d'adaptar els seus processos, productes i models de negoci.

Gracies a la hiperconnectivitat, els clients estan més informats i tenen accés immediat a la oferta de empreses de tot el món. La alta demanda de productes personalitzats, facilitada per les tecnologies digitals, obliga a adaptar l'oferta a les exigències dels clients.



Figura 4.2. Digitalització de l'empresa [16].

Per tal d'aconseguir aquets desafiaments, s'haurà de generar un nou model industrial en que la innovació sigui col·laborativa, els mitjans productius estiguin connectats i siguin completament flexibles, les cadenes de subministrament estiguin integrades i els canals

de distribució i atenció al client siguin digitals. Tot això, gestionant un producte intel·ligent, personalitzat i que permeti la generació de nous models de negoci.

Els passos per aconseguir la digitalització de l'empresa son els següents:

- 1- Us de mètodes col·laboratius per potenciar la innovació: implica involucrar en un mateix projecte d'innovació a diverses empreses, clients o qualsevol altre actor que pugui contribuir a la innovació. L'objectiu es aconseguir innovacions en un temps menor.
- 2- Combinar flexibilitat i eficiència en els mitjans productius: l'objectiu es aconseguir processos automatitzats i eficients que permetin produir, de forma flexible, varies series. La digitalització afavoreix que els actius productius puguin adaptar-se de forma ràpida a un canvi de sèrie o producte. Per tal d'assolir aquest objectiu seria necessari que tots els processos productius estiguin interconnectats.
- 3- Gestionar mides de series i temps de resposta més curts: la personalització del producte implica una menor mida de les series a través d'una major flexibilitat de la producció i un menor temps de resposta a través de un major esforç logístic i de coordinació entre els diferents actors de la cadena de valor. Aquests reptes s'aconsegueixen gracies a l'automatització dels processos mitjançant la modificació dels processos de fabricació, logística i distribució, com ara amb l'ús dels CPS que permeten la connexió entre màquines i productes.
- 4- Adoptar models logístics intel·ligents: la novetat es incorporar la nova tecnologia digital als processos logístics, generant models logístics intel·ligents i connectats entre amb altres aplicacions de negoci. Aquests nous models implicant una major flexibilitat en rutes, alta competitivitat en costos i una perfecte coordinació en temps.
- 5- Adaptar-se a la transformació de canals: la digitalització dels canals ofereix nous beneficis, com ara, accés les 24 hores del dia, recopilació de dades de clients aconseguint un coneixement predictiu, generació de propostes individualitzades proactives, facilitació de la personalització i la aproximació a clients internacionals, entre altres. Les empreses han d'aconseguir utilitzar els multicanals, els quals permeten a l'empresa tenir accés a clients, actuals y potencials.

- 6- Aprofitar la informació per anticipar les necessitats del client: l'objectiu es anticipar-se a les necessitats del client, per tal de predir la demanda d'un producte per tal de poder ajustar la producció, optimitzant els processos productius i logístics (l'estoc). Per tal d'aconseguir aquests objectius, les empreses poden utilitzar la recollida de dades, fer ús del *big data* i del *business intelligent*, i fer ús de les tècniques analítiques avançades per tal de fer prediccions de la demanda com ara anàlisis clúster, *data mining*, algorismes genètics...
- 7- Adaptar-se a la hiperconnectivitat del client: el client de avui en dia, està interconnectat digitalment (entre persones i coses) i té accés en tot moment, lloc i temps a tota la informació disponible (preus, opinions, idees, etc.). La hiperconnectivitat implica una oportunitat per obtenir nous clients però també una amenaça, ja que els clients actuals poden identificar nous proveïdors més fàcilment. Aprofitant aquesta hiperconnectivitat les empreses haurien de fer ús del *big data* per tal de identificar i satisfer de manera més òptima les necessitats del client i així disminuir el temps de disseny del producte.
- 8- Gestionar la traçabilitat multidimensional extrem a extrem: el seguiment del producte permet conèixer el històric, la ubicació i la trajectòria de un producte al llarg de tota la cadena de valor. La tendència és dotar de major informació a la unitat venuda, per fer-la disponible al consumidor, de manera que pugui conèixer la procedència del producte. Gràcies a la traçabilitat les empreses podran identificar punts dèbils dins del sistema productiu (com ara el canvi d'un utillatge molt complicat o l'excés de temps d'espera entre dues operacions) i en el moment de disseny de producte fer ús d'aquesta informació per tal d'intentar eliminar o reduir aquets punts dèbils. Una altre avantatge és que en el cas d'una reclamació d'un producte es podria identificar més fàcilment on s'ha ocasionat el problema.
- 9- Gestionar la especialització mitjançant la coordinació de ecosistemes industrials de valor: l'especialització ha donat lloc a la fragmentació de les cadenes de valor, provocant que la localització de cada una de les fases sigui en punts geogràfics diferents i/o subcontractació de una part del procés. La especialització en fases concretes de la cadena de valor afavoreixen la creació de ecosistemes especialitzats, en les que les diferents empreses sectorials

s'interrelacionen. En aquest context, es necessari garantir la coordinació i la interacció dels diferents actors que conformen el ecosistema.

- 10- Garantir la sostenibilitat a llarg termini: en el nou paradigma digital, la eficiència energètica es converteix en un factor competitiu determinant, especialment per aquelles empreses en las que el cost energètic sigui rellevant en l'escandall de costos.
- 11- Oferir productes personalitzats: consisteix en adaptar els productes a les necessitats o preferències de cada client. El repte és oferir aquests productes de forma massiva, és a dir, sense incrementar els seus costos, en grans volums i sense afectar a la qualitat, tenint en compte que els temps de resposta han de ser reduïts. Per exemple, una forma de com oferir productes personalitzats és introduir el client dins la fase de disseny de producte mitjançant una aplicació o una pàgina web on ell pugui acabar de definir les especificacions (com ara canviar el color, afegir escrits, modificar el material, posar o treure complements...) d'un model bàsic. Aquesta plataforma estarà interconnectada amb el procés productiu i així aconseguir un temps de resposta reduït.
- 12- Adaptar el portafolis de productes al món digital: l'adaptació pot ser mitjançant la digitalització dels productes actuals o produint nous productes digitals e intel·ligents.

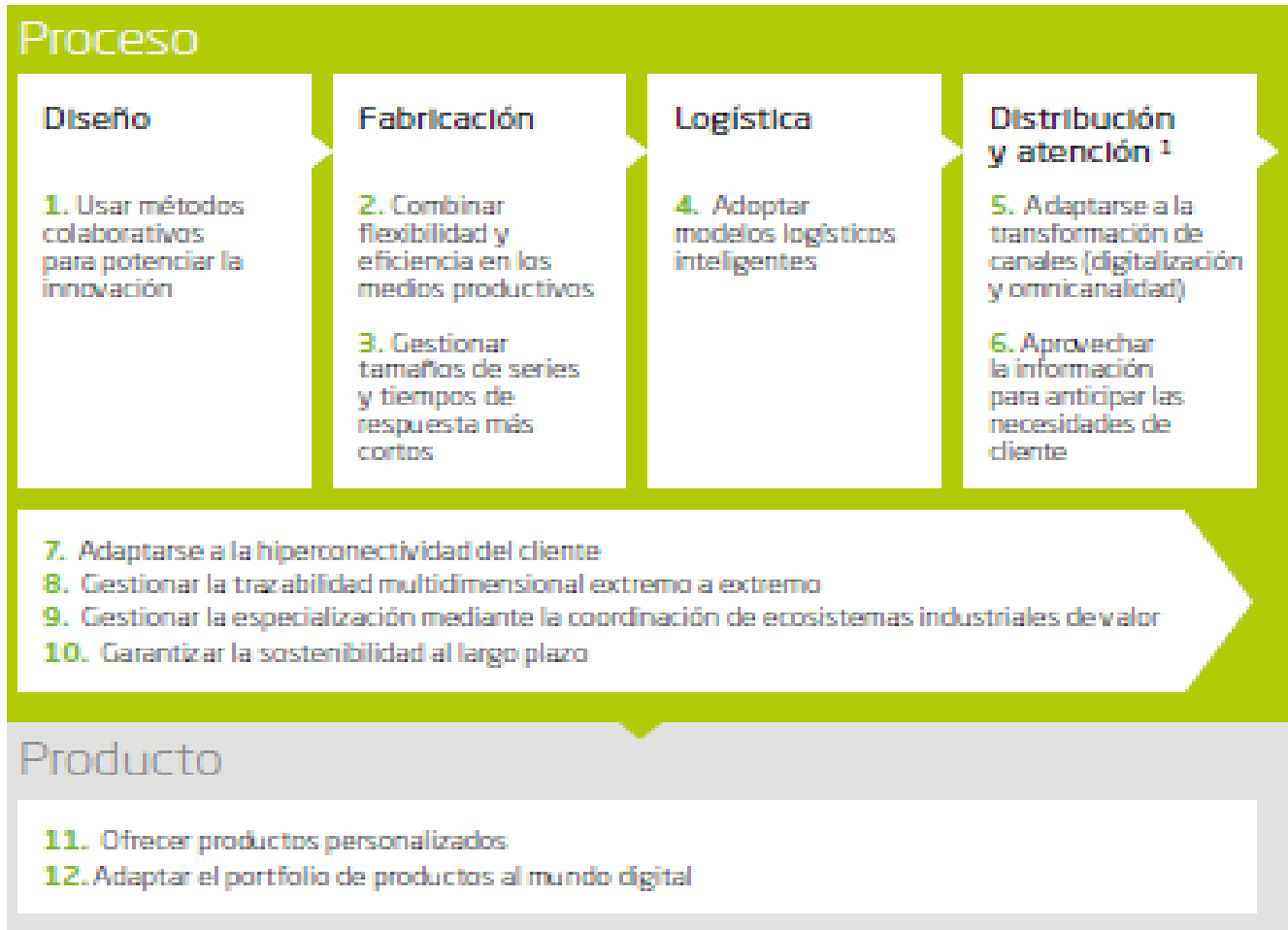


Figura 4.3. Procés de digitalització [17].

4.3. Smart Factories.

La fusió entre el món virtual i el físic a través de CPPS i la fusió resultant entre processos tècnics i de negoci estan definint l'inici de la indústria intel·ligent.

La indústria intel·ligent és una estratègia de negoci així com una avantatge per a les indústries a l'hora de competir en l'ambient *e-business*. L'objectiu es aconseguir una integració completa de tots els elements d'un negoci, com ara, proveïdors, xarxa de serveis als clients, procés productiu i productes, a través de la connectivitat i la intel·ligència de les noves tecnologies [3, 18, 19].

Els productes, recursos i processos de la indústria intel·ligent utilitzen els CPPS, aportant avantatges significatius en qualitat, temps real, recursos i costos, en comparació amb el model tradicional.

Les següents quatre característiques de la indústria 4.0. demostren la gran capacitat que té la indústria per canviar [3]:

1- Xarxa vertical de sistemes de producció intel·ligent:

Les indústries intel·ligents s'organitzen internament i permeten aconseguir una producció especialitzada i individualitzada cap al client. Per obtenir aquest objectiu, es necessari que la informació sigui extensament integrada. En aquesta primera fase, s'utilitzen els sistemes de producció ciber-físics (CPPS) aconseguint que les fàbriques reaccionin ràpidament a qualsevol modificació en la demanda o en els nivells d'estocs.

Un valor afegit al CPPS, es que també permet una automatització de la gestió del manteniment, mitjançant la connectivitat entre recursos i productes, poden ser situats els materials a qualsevol lloc i a qualsevol moment en els que es necessitin.

2- Integració horitzontal a través de la generació de noves xarxes globals de la cadena de valor:

Aquestes noves xarxes de creació de valor son xarxes a temps real que permeten integrar transparència, oferir un alt grau de flexibilitat a través de tot el procés de la cadena a l'hora d'actuar ràpidament davant de qualsevol inconvenient i facilita una optimització global.

Aquesta integració entre clients i empreses pot generar nous models de negoci i de cooperació.

3- Amb l'enginyeria a través de tota la cadena de valor:

L'enginyeria es troba en el disseny, desenvolupament i fabricació de nous productes i serveis, els quals necessitaran nous sistemes productius, que permeten la creació de noves sinergies entre el desenvolupament i sobretot el disseny d'un producte i del sistema productiu.

4- L'acceleració a través de tecnologies exponencials:

La introducció de noves tecnologies permetrà aconseguir solucions individualitzades, flexibilitat i un estalvi de costos en el procés industrial de manera ràpida. La intel·ligència artificial, la robòtica avançada i els sensors

tenen el potencial necessari per arribar a l'objectiu final de les fàbriques intel·ligents.



Figura 4.5. Les quatre característiques de la indústria 4.0 [3].

Les fàbriques s'estan convertint en plantes digitalitzades i robotitzades. Ja no és una cosa "futurista" veure com els diferents processos estan interconnectats i les màquines interactuaran entre sí i amb les persones. Però, quins són els ingredients d'aquest succulent "plat industrial"?

- **Màquines treballant AMB humans:** les màquines no han de substituir a les persones. El factor fonamental de la "Indústria 4.0" és l'ésser humà, el treballador interactuarà amb la màquina de forma conjunta.
- **Fabricació "adaptable":** la nova fàbrica 4.0 s'adaptarà constantment a les necessitats de la societat o del client, variant la producció i creant productes personalitzats.
- **Instal·lacions autònomes:** plantes "autogestionables" i cadenes de producció que es configuren de manera més flexible per donar resposta a situacions de producció canviants segons la demanda del mercat.
- **Informació en temps real:** totes les dades que es deriven del procés de fabricació estan disponibles en temps real a totes les àrees que integren l'empresa per millorar l'eficiència de la planta i controlar a temps possibles fallades o errors.

- **Fusió entre el "virtual" i el "real":** integració del disseny del producte i l'enginyeria de producció basada en una plataforma empresarial digital comú. El producte es dissenya i prova virtualment, per corregir possibles errors abans de fabricar la versió real.

Tres són, però, les principals diferències de la fabricació intel·ligent pel que fa els precedents que s'assenyalen:

- La seva relació amb un coneixement i uns avenços científic-tecnològics no radicals, sinó relativament madurs.
- La seva estreta vinculació amb la innovació no tecnològica, reflectida, fonamentalment, en la necessitat de nous models de negoci i noves relacions laborals per aprofitar tot el seu potencial.
- El seu potencial de generació d'oportunitats en tots els sectors industrials, no només en els més emergents i intensius en coneixement.



Figura 4.6. Didàctica de les TIC [20].

A la indústria 4.0, les persones segueixen sent essencials. D'una banda, seran les encarregades de conceptualitzar i dissenyar el producte, a més de decidir la forma de produir-lo (simulen i comparen les diferents opcions de producció) i proposar l'opció més apropiada. Com a pas final, hauran de seleccionar el model de producció i implementar-lo.

4.3.1. CPS (Sistemes Cyber Físics):

El terme Sistemes Cyber Físics (CPS) fa referència a una nova generació de sistemes amb capacitats computacionals i físiques integrades que poden interactuar amb humans. L'habilitat de interactuar i expandir les capacitats del món físic a través del càlcul, la comunicació i el control és un factor clau per el desenvolupament tecnològic del futur. Els desafiaments de noves oportunitats i investigacions inclouen el disseny i desenvolupament de la pròxima generació de avions i naus espacials, vehicles híbrids (gasolina-elèctrics), vehicles completament autònoms i pròtesis que permetin a les senyals cerebrals controlar els objectes físics (pròtesis), entre altres.

Els CPS integren habilitats computacionals i físiques amb monitorització i control d'entitats en el món físic. Habitualment, aquests sistemes estan formats per un conjunt d'agents en xarxa, incloent sensors, actuadors, unitats de processament de control i dispositius de comunicació.

Es tracte de ecosistemes integrats per dispositius que interactuen amb el món físic, però interpretant-lo i aprenent de les interaccions que es produeixen. Mentre algunes formes de CPS ja estan en funcionament, el ampli creixement de sistemes wifi encastats i actuadors esta creant noves aplicacions (en àrees com aparells mèdics, vehicles autònoms i estructures intel·ligents) i incrementant el rol de les existents.

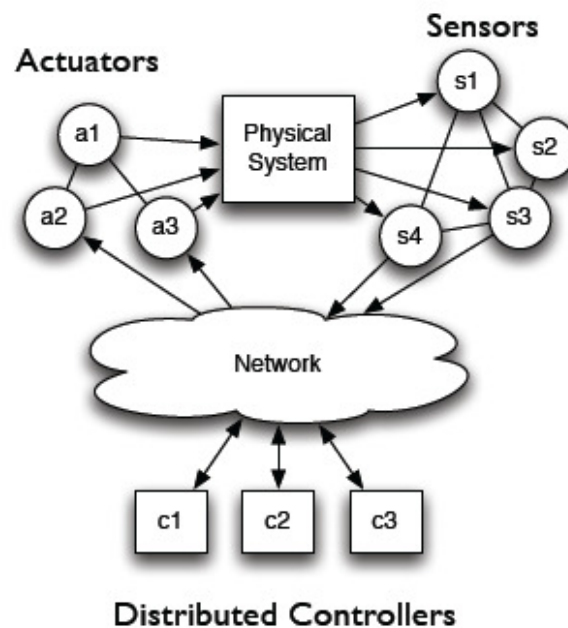


Figura 4.7. CPS. [21]

Són necessaris avenços en la investigació dels sistemes CPS, per tal de desenvolupar nous sistemes científics i mètodes d'enginyeria per construir sistemes fiables on els dissenys cyber i físics son compatibles, sinèrgics i integrats en totes les escales. Les inversions del passat i actuals en la investigació de la tecnologia de CPS ha sigut significant però focalitzada a curt termini. Actualment, els governs i alguns sectors industrials estan invertint a llarg termini en tecnologies competitives i bancs de proves innovadors.

Per exemple, la Unió Europea ha iniciat una major iniciativa tecnològica amb finançament públic i privat de nacions Europees e indústries, anomenada “Investigació Avançada i Tecnologia per Sistemes Intel·ligents Incrustats” (ARTEMIS).

A continuació es detallen diferents sectors dels quals es poden beneficiar els sistemes CPS:

Salut i biomedicina: La medicina es basa significativament en aparells mèdics i sistemes que estan connectats i que necessiten fer coincidir les necessitats dels pacients amb circumstàncies especials.

Per tant, els aparells mèdics i els sistemes haurien de ser re-configurats, distribuïts i tenir la capacitat d'interactuar amb els pacients i infermers en ambients complexos.

Normalment, els aparells mèdics han de ser programats amb una nova configuració per tal de coincidir amb les necessitats específiques del pacient o del procés mèdic. El repte es desenvolupar sistemes i metodologies per dissenyar i operar aquests sistemes de forma segura i fiable.

Una repte d'investigació pel CPS seria l'àrea de la cognició i la neurociència per entendre els principis fonamentals de les funcions motores dels humans i utilitzar aquest coneixement en sistemes d'enginyeria. Alguns exemples serien interfície cervell-màquina, exosquelets, pròtesis i robòtica terapèutica.

Algunes de les oportunitats amb l'aplicació dels sistemes CPS serien habitacions operatives intel·ligents, cirurgies guiades per imatges, control del flux dels fluids i el desenvolupament de pròtesis físiques i neurals.

Següent generació de transport aeri: Innovacions en els sistemes CPS podrien tenir impacte en el disseny dels avions del futur així com en els sistemes de gestió del tràfic aeri. Alguns exemples serien: nova funcionalitat per aconseguir una major capacitat,

més seguretat i eficiència; integració dels sistemes de les cobertes de vol mitjançant l'aplicació de sistemes semi-autònoms; i millora dels sistemes de control dels avions.

Un dels reptes tècnics claus, implica la verificació i la validació de sistemes complexes d'aviació. A mesura que la complexitat dels sistemes augmenta, el cost referent a la verificació i la validació incrementarà el cost del disseny i construcció de la següent generació de transport aeri. L'objectiu és l'ús de CPS per tal d'aconseguir mètodes amb validació sistemàtica d'alt nivell.

Xarxes intel·ligents i energia renovable: L'objectiu és millorar la eficiència energètica invertint en una modernització de la infraestructura.

Els aspectes geopolítics claus per desenvolupar l'energia renovable i les xarxes intel·ligents són que s'espera que la demanda d'electricitat creixi més d'un 75% al 2030, que la generació d'electricitat contribueix en més d'un 40% en les emissions de gas i que el cost de generar 1KWh es quatre vegades superior que el cost d'estalviar 1KWh.

Actualment, hi ha en marxa el projecte “Energia Intel·ligent Florida” la qual és una aliança d'entitats públiques i empreses privades per demostrar que amb l'ús de xarxes intel·ligents s'incrementa l'eficiència de l'energia, a través d'una optimització de la demanda i una automatització de la distribució.

Es pot concloure que s'espera que els sistemes CPS juguin un rol significant en el disseny i desenvolupament de futurs sistemes amb noves capacitats que superen els nivells actuals d'autonomia, funcionalitat, usabilitat, fiabilitat i cyber seguretat [22].

4.3.2. CPS híbrid de IOT:

En els últims anys, el concepte “Internet de les Coses” (IOT) s'ha convertit popular a través d'algunes aplicacions, com ara monitorització de cases sostenibles, lectura intel·ligent del metre elèctric, monitorització de la telemedicina i transport intel·ligent.

Generalment, IOT té 4 components bàsics:

- Detecció
- Accés heterogeni
- Processament de la informació
- Serveis i aplicacions

En essència, els CPS pertanyen al IOT, ja que ha de tenir tots els components mencionats anteriorment. La diferencia està en la proporció del disseny dels 4 components.

Per arribar a entendre les similituds que tenen els CPS amb la IOT, cal observar els inicis dels sistemes de IOT. El primer sistemes van ser els “Sensors Wifi Connectats (WSN)”, els quals consistien en sensors autònoms distribuïts en diferents espais per monitoritzar condicions físiques o ambientals i cooperativament passar les dades a través de una varietat de xarxes fins a una localització principal.

Els avenços en tecnologies de comunicació junt amb recents desenvolupaments en sistemes intel·ligents i àrees que utilitzen el “núvol” estan permeten el disseny, desenvolupament i implementació de sistemes de nivells superiors de IOT, anomenats CPS. La següent evolució va ser el sistema “Màquina a Màquina (M2M)”, el qual fa referència a tecnologies que permeten que tant els sistemes wifi com els cablejats a comunicar-se amb altres dispositius amb la mateixa habilitat. Ara, amb el desenvolupament de noves tècniques de comunicació i el “núvol”, hi ha un canvi on els sistemes M2M integrant el control autònom, donant lloc als CPS. Per tan, es pot arribar a entendre que els sistema CPS son un híbrid del IOT [23].

4.3.3. Internet de les coses (IOT):

El terme Internet de les Coses (IOT) sorgeix gràcies a la proliferació de sensors i actuadors barrejats amb el ambient que ens envolta i a que la informació es compartida a través de plataformes per tal de desenvolupar una figura comuna operativa. En el paradigma del IOT, molts dels objectes que ens envolten estaran connectats a la xarxa de una forma o una altre. La connectivitat intel·ligent junt amb les xarxes existents es una part indispensable del IOT. No obstant, per tal que la IOT emergeixi, el paradigma computacional ha d’anar més enllà del escenari tradicional dels telèfons mòbil, el qual utilitza telèfons intel·ligents, i evolucionar en connectar els objectes quotidians de cada dia i incrustar intel·ligència en el nostre entorn.

El Internet de les Coses demana (1) una comprensió compartida de la situació dels usuaris i els seus aparells, (2) softwares i xarxes de comunicació per processar i

transmetre la informació allà on sigui rellevant, i (3) les tècniques analítiques necessàries per obtenir un comportament autònom i intel·ligent.

Les característiques fonamentals del IOT son les següents: Inter-connectivitat, en referència a la IOT, qualsevol cosa pot estar interconnectada amb informació global i una infraestructura de comunicació; Coses relacionades amb els serveis, la IOT es capaç de proporcionar coses relacionades amb els serveis, com ara protecció de la privacitat i consistència semàntica entre les coses físiques i les virtuals; Heterogeneïtat, els dispositius son heterogenis ja que estan basats en diferents plataformes i xarxes. Poden interactuar amb altres dispositius o plataformes a través de les diferents xarxes.; Canvis dinàmics, ja que l'estat dels dispositius va canviant contínuament; Enormes escales, degut a que el número de dispositius que han de ser gestionats i que es comuniquen entre ells és major al número de dispositius connectats a Internet actualment. La Internet de les Coses no es una única tecnologia, es un concepte on la majoria de coses noves estan connectades i habilitades, com ara les llums dels carrers i coses com sensors encastats, reconeixement d'imatges i realitat augmentada estan integrats en suport a la presa de decisions, gestió d'actius i nous serveis. Això comporta noves oportunitats de negoci i afegeix complexitat al IT.

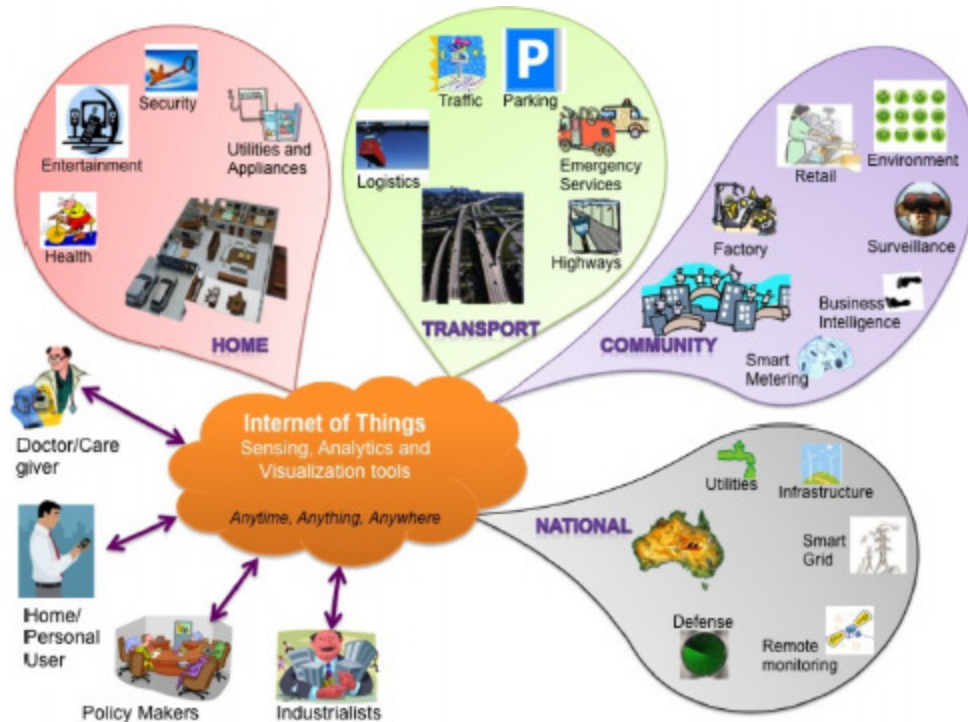


Figura 4.8. Aplicacions de la Internet de les Coses [24]

Per tal d'arribar a la IOT, hi han 3 components claus: (A) *Hardware* (compost per sensors, actuadors i *hardware* de comunicació), (B) *Middleware* (emmagatzematge i eines computacionals per el anàlisi de dades) i (C) Presentació (eines de visualització i interpretació que poden ser de fàcil accés en diferents plataformes i poden ser dissenyades per diferents aplicacions).

A continuació es detallaran algunes tecnologies necessàries per obtenir els 3 components claus.

Identificació de la freqüència de radio (RFID – *Radio Frequency Identification*): la tecnologia RFID permet el disseny de microxips per la comunicació de dades via wifi. Ajuden en la identificació automàtica de qualsevol cosa a la que estiguin connectats al actuar com un lector de codis electrònics. Aquesta tecnologia ha resultat molt útil en la gestió d'empreses *retail* i de la cadena de subministrament. Les aplicacions es poden trobar en el sector del transport (canvi de tiquets), així com en aplicacions de control d'accés.

Xarxes de sensors wifi (WSN – *Wireless Sensor Networks*): els recents avenços tecnològics en circuits integrats de baixa potència i comunicacions wifi han fet possible l'ús de dispositius en miniatura eficients, de baix cost i baixa potència en aplicacions remotes de detecció. La combinació d'aquests factors ha millorat la viabilitat d'utilitzar una xarxa de sensors que consisteix en un llarg número de sensors intel·ligents, que permeten la col·lecció, processament, anàlisis i disseminació de la informació valuosa, recollida a través d'una varietat d'ambients. Els components del WSN inclouen: (a) WSN *hardware*, el qual conte sensors de interfases, unitats de processament, unitats transceptors i font d'alimentació; (b) WSN pila de comunicació, per tal de poder comunicar-se entre les xarxes i transmetre dades a l'estació base; (c) WSN *Middleware*, que és un mecanisme que combina ciber infraestructures amb una estructura orientada al servei i xarxes de sensors per proveir accés a fonts de sensors heterogenis a través de una implementació independent; i (d) Agregació de dades segures, és necessari tenir un mètode eficient i segur d'agregació de dades per tal d'incrementar la vida de la xarxa així com assegurar una col·lecció fiable de dades a través dels sensors.

Esquemes d'adreçament: la habilitat de identificar singularment “coses” es critica per l'èxit del IOT. Això no tan sols ens permetrà identificar singularment bilions de dispositius, sinó que també permetrà controlar de forma remota dispositius a través d'internet. Cada element que està connectat i aquells que seran connectats, han de ser identificats per la seva identificació, localització i funcionalitats.

Una xarxa permanent que funcioni per a canalitzar el trànsit de dades de forma ubiqua i sense descans és un altre aspecte rellevant del IOT. Encara que el TCP/IP s'encarrega d'aquest mecanisme a través d'un enrutament més eficient (de la font a la destinació), el IOT afronta un coll de botella en la interfase entre els dispositius d'entrada i el sensor wifi. Tenint això en compte, es necessita dirigir els sensor a la porta d'entrada rellevant, la qual cosa es pot aconseguir mitjançant el sistema URN (*Uniform Resource Name*), el qual crea rèpliques dels recursos als que la URL pot accedir. Tota la xarxa ara forma una web de connectivitat des de usuaris fins a sensors, la qual és direccional (URN), accessible (URL) i controlable (URC).

Emmagatzematge i anàlisis de dades: un dels principals resultats d'aquest camp emergent és la creació d'una gran quantitat de dades. L'emmagatzematge, la propietat i la data de caducitat de les dades es converteix en un problema crític. Les dades han de ser emmagatzemades i utilitzades intel·ligentment per obtenir una monitorització i un

accionament intel·ligent. És important desenvolupar algoritmes intel·ligents artificials que pugin ser centralitzats o distribuïts en funció de les necessitats. Per tal d'aconseguir a la presa de decisions automatitzada, tècniques com ara algoritmes genètics, xarxes neurals i altres tècniques d'intel·ligència artificial són necessàries. També és important tenir una infraestructura centralitzada per suportar l'emmagatzematge i la anàlisi de les dades. En aquest cas, el sistema d'emmagatzematge en el núvol s'està convertint en la solució principal.

Visualització: la visualització és un aspecte clau per una aplicació IOT, donat que permet la interacció de l'usuari amb el medi ambient. Amb els recents avenços en pantalles tàctils, tauletes intel·ligents i els telèfons mòbils, la visualització s'ha convertit molt intuïtiva, gracies a la facilitat de enteniment. Hi ha nombroses aplicacions de la IOT en l'entorn actual. Cal entendre que existeixen connexions entre diferents entorns com ara, la IOT de la casa produeix dades d'ús de l'electricitat a la casa que són accessibles per l'empresa d'electricitat, la qual pot optimitzar l'oferta i la demanda.

A continuació, es donaran diferents aplicacions i exemples del us de la IOT en quatre àmbits.

Personal i casa: el control de diferents equipaments de la casa com ara aires condicionats, refrigeradors, rentaplats, etc., permetria una millor gestió de l'energia. Una extensió de l'àrea del cos humà, seria crear un sistema de monitorització per la gent gran, el qual permeti que el doctor pugui monitoritzar els pacients des de casa seva aconseguint una disminució dels costos d'hospitalització.

Empreses: la monitorització medi ambiental es la primera aplicació implementada per tal de portar un control del número de treballadors i gestionar les utilitats de l'edifici (exemple: llum, calefacció, sistemes de ventilació...). Els sensors sempre han estat integrats en una indústria per seguretat, automatització control del clima, etc. Això serà reemplaçat per un sistema wifi la qual donarà flexibilitat a l'hora de fer canvis quan sigui necessari.

Sector serveis: la informació de les xarxes en aquest sector normalment és per aconseguir una optimització dels serveis en comptes de la consumició dels clients. Actualment la IOT s'està utilitzant en empreses de serveis per la gestió dels recursos per tal d'optimitzar costos.

Les xarxes intel·ligents i la mesura intel·ligent, son unes altres potencials aplicacions de la IOT que estan sent implementades a tot el món. Un consum eficient de l'energia es pot aconseguir mitjançant una monitorització continua de cada punt d'electricitat d'una casa i utilitzant aquesta informació per modificar la forma en que l'electricitat és consumida. Les xarxes de monitorització del subministrament d'aigua i la garantia de la qualitat d'aigua que es consumeix és una altre aplicació de la IOT. Sensors que mesuren paràmetres crítics de l'aigua són instal·lats en localitzacions importants per tal d'assegurar una alta qualitat del subministrament. Aquesta aplicació permet evitar contaminacions accidentals de drenatges d'aigües pluvials, aigua potable i eliminació d'aigües residuals.

Mobilitat: el tràfic urbà és el principal contribuïdor de la contaminació acústica i de la degradació de la qualitat del aire i emissió de gasos d'efecte hivernacle. La congestió del transit implica significants costos econòmics i socials a la majoria de les ciutats. La productivitat i l'eficiència de la cadena de subministrament es veuen afectades per el transit causant retards en els transport de mercaderies, fen fallar la programació (horari) establerta. Informació dinàmica del transit permetrà una millor planificació i una millora de l'horari. Addicionalment, la utilització de la IOT en el transport permetrà la monitorització on-line del temps de viatge, el comportament a l'hora de decidir una ruta, les hores de cues i la contaminació acústica i de gasos.

La utilització de la tecnologia *Bluetooth*, mostra l'actual penetració de la IOT en nombrosos números de productes digitals, com ara telèfons mòbils, sistemes de mans lliures i sistemes de navegació, entre altres. En la següent figura 3.12. es poden observar una sèrie de sectors on es pot aplicar la IOT i quins sistemes l'estan utilitzant:

	Smart home/office	Smart retail	Smart city	Smart agriculture/forest	Smart water	Smart transportation
Network size	Small	Small	Medium	Medium/large	Large	Large
Users	Very few, family members	Few, community level	Many, policy makers, general public	Few, landowners, policy makers	Few, government	Large, general public
Energy	Rechargeable battery	Rechargeable battery	Rechargeable battery, energy harvesting	Energy harvesting	Energy harvesting	Rechargeable battery, Energy harvesting
Internet connectivity	Wifi, 3G, 4G LTE backbone	Wifi, 3G, 4G LTE backbone	Wifi, 3G, 4G LTE backbone	Wifi, satellite communication	Satellite communication, microwave links	Wifi, satellite communication
Data management	Local server	Local server	Shared server	Local server, shared server	Shared server	Shared server
IoT devices	RFID, WSN	RFID, WSN	RFID, WSN	WSN	Single sensors	RFID, WSN, single sensors
Bandwidth requirement	Small	Small	Large	Medium	Medium	Medium/large
Example testbeds	Aware home [29]	SAPfuture retail center [30]	Smart Santander [31], citySense [32]	SiSVIA [33]	GBROOS [34], SEMAT [35]	A few trial implementations [36,37]

Figura 4.9. Sectors on es pot aplicar la IOT. [25]

4.4. Nous models de negoci.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la quarta revolució industrial que està tenint lloc actualment, comportarà la creació de nous models de negoci o adaptació dels actuals, així com noves lleis legals [26].

Alguns dels aspectes que s'hauran de crear o adaptar són els següents:

- **Flexibilitat en l'horari dels treballadors:**
La indústria 4.0 crearà noves formes d'interacció entre màquines i persones, que tindran un impacte en la naturalesa del treball i en l'estructura organitzativa. Segons Stefan Gerlach, un investigador en *Fraunhofer Institute for Industrial Engineering* IAO: "Amb els sistemes de mobilitat-flexible i les màquines intel·ligents senten les bases per una major necessitat de flexibilitat en els horaris. Els torns de producció poden tenir diferents hores d'inici per cada treballador. En un futur, els treballadors inclús podrien treballar en diferents companyies en diferents dies de la setmana, aconseguint mantenir una feina a temps complert."
- **Estructures organitzatives més planes:**
Les empreses es podran beneficiar d'una estructura organitzativa més plana el poder gestionar i controlar la informació més dispersa.
- **Integració del departament de IT:**
Una millor integració entre el departament de IT i el departament d'operacions on els desenvolupadors de softwares podran entendre com les seves solucions estan sent utilitzades en la producció i els operaris entendran com les seves línies de producció seran afectades per aquests softwares.
- **Anàlisi de la informació per poder fer prediccions [27]:**
La creació de noves aplicacions per tal de fer prediccions sobre els canvis de les tendències d'ús i consum així com la prevenció de possibles escenaris no desitjats. Això és possible gràcies a la anàlisi de la informació provinent dels dispositius o sensors. Per exemple una possible aplicació seria l'ús de sensors en el motor d'una màquina per tal de mesurar el rendiment del motor i poder realitzar un manteniment adient i així reduir el número de parades per averies.

- Orientació centralitzada en els clients [27]:

A través de la sensòrica i la intel·ligència artificial que incorporen els productes s'aconsegueix una connexió amb altres productes o serveis permeten nous models de negoci cooperatius centrats en el client.

- Departament de *cloud computing*:

Per tal de poder tractar i protegir la informació que fa possible dur a terme un sistema de producció digitalitzat, ja sigui a nivell productiu o de servei del producte, és necessari un departament que ho pugui gestionar.

4.5. Cloud Computing (núvol):

Actualment, les empreses estan utilitzant “*cloud-based softwares*” per algunes aplicacions analítiques, però amb la indústria 4.0., més processos de producció i productes requeriran compartir més dades amb companyies i llocs [28]. Com a resultat, les dades de les màquines i la seva funcionalitat, seran implementades en el núvol. El núvol permet a empreses i usuaris accedir a la demanda i a les aplicacions des de qualsevol lloc del món.

El terme “*cloud computing*” fa referència a un model que permet un accés convenient, accés a la xarxa amb un conjunt compartit de recursos informàtics, els quals es poden configurar, com ara xarxes, servidors, aplicacions i serveis, que poden ser ràpidament aprovisionats i alliberats amb el mínim esforç de gestió o d'interacció amb el proveïdor. Aquest model de “núvol” es compon de cinc característiques essencials, tres models de servei i quatre models d'implementació.

Les cinc característiques essencials són les següents:

Auto-servei a demanda. Un consumidor pot unilateralment aprovisionar capacitats de computació, com ara una hora de servidor o l'emmagatzematge a la xarxa, a mesura que es van necessitant sense haver d'interaccionar amb cada proveïdor dels serveis.

Accés de xarxa amplia. Les capacitats estan disponibles en tota la xarxa i s'accedeix a través de mecanismes estàndards que promouen l'ús de plataformes de clients heterogènies (per exemple, telèfons mòbils, tauletes, ordinadors, etc.).

Agrupació de recursos. Els proveïdors dels recursos son agrupats per tal de servir a múltiples consumidors mitjançant un model multi-arrendatari, amb diferents recursos físics i virtuals que són assignats i re-assignats dinàmicament d'acord a la demanda dels clients. Generalment, el client no té control o coneixement sobre la localització exacte dels recursos proveïts però pot identificar una localització a un nivell més abstracte (per exemple, país, estat o centre de dades). Alguns exemples de recursos inclouen emmagatzematge, transformació i memòria, entre altres.

Elasticitat ràpida. Les capacitats poden ser elàsticament aprovisionades i alliberades. Per el client, les capacitats disponibles per ser aprovisionades normalment són il·limitades i poden ser apropiades amb qualsevol quantitat i a qualsevol moment del temps.

Servei mesurat. Els sistemes del núvol controlen i optimitzen automàticament l'ús dels recursos mitjançant l'aprofitament de la capacitat de mesurament en un cert nivell d'abstracció apropiat a cada tipus de servei (per exemple, emmagatzematge, transformació i ample de banda, entre altres). L'ús dels recursos pot ser monitoritzat, controlat i reportat, aportant transparència tant als proveïdor com al consumidor del servei.

Les característiques dels tres models de serveis són les següents:

Software com a Servei (SaaS). La capacitat oferta al consumidor és l'ús de les aplicacions dels proveïdors incloses en la infraestructura del núvol. Les aplicacions són accessibles des de varis dispositius.

El consumidor no gestiona o controla la infraestructura del núvol (xarxes, servidors, sistemes operatius, emmagatzematge o aplicacions individuals), però pot arribar a configurar de forma limitada alguns ajustos d'algunes aplicacions. Aquest model és sota demanda de l'usuari i el pagament està condicionat pel seu ús.

Normalment no es requereix la instal·lació de programes addicionals, simplement s'accedeix a l'aplicació utilitzant un navegador des de un ordinador o algun dispositiu mòbil.

Algunes de les principals avantatges que ofereix aquest model son (1) no és necessari tenir un centre de dades, el que implica un estalvi en costos, (2) no requereix una

inversió en hardware ja que es poden adquirir més llicències d'ús de forma àgil pels usuaris finals i (3) les actualitzacions són automàtiques (per tant no és necessari dedicar un esforç humà en actualitzar-les), transparents i el proveïdor és qui determina les accions a seguir.

Cal tenir en compte que aquest model és totalment dependent a l'accés a internet, ja que sense aquesta connexió no es pot accedir als serveis contractats.

En la següent taula es mostren algunes plataformes que es podrien utilitzar en diferents àmbits.

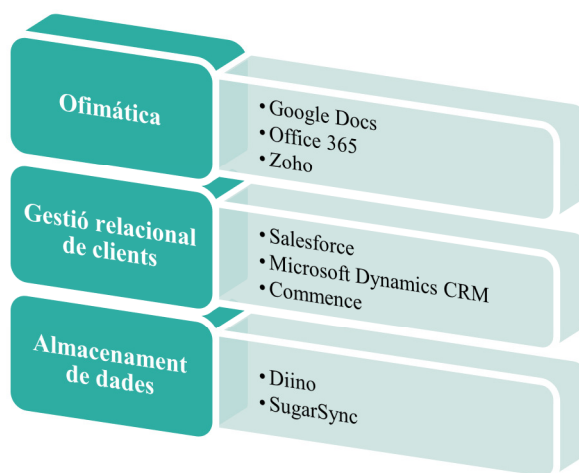


Figura 4.10 Plataformes SaaS. [Figura d'elaboració pròpia.]

Plataforma com a Servei (PaaS). La capacitat d'oferta al consumidor és la d'entrar a la infraestructura del núvol creada o en les aplicacions adquirides mitjançant l'ús de llenguatge de programació, serveis i eines recolzades pel proveïdor.

El consumidor no gestiona o controla la infraestructura del núvol però té control sobre les aplicacions implementades.

Amb aquest model el consumidor pot crear i implementar softwares d'aplicacions web sense el cost ni complexitat d'adquirir i administrar el hardware ni els sistemes operatius, és el proveïdor qui s'encarrega de l'òptim rendiment de la plataforma, les actualitzacions del software i la seguretat, entre altres coses.

En aquest model, les principals avantatges estan més orientades als desenvolupadors d'aplicacions que a les empreses, les quals són d'una programació fàcil; un estalvi en el

temps de programació, ja que el desenvolupador només s'ha de preocupar de la programació i no del manteniment de l'equip; protecció de la informació, ja que el codi font està encriptat per la plataforma; i el proveïdor del servei és el responsable d'administrar el *hardware* i *software*.

En la següent taula s'especifiquen algunes plataformes útils per l'àmbit de la tecnologia, ja que tal i com hem mencionat anteriorment, aquest model està més orientat a desenvolupadors d'aplicacions web o usuaris amb coneixements avançats de tecnologia.

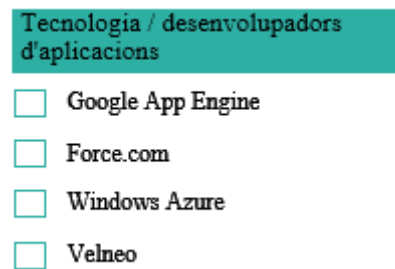


Figura 4.11. Plataformes PaaS. [Figura d'elaboració pròpia.]

Infraestructura com a Servei (IaaS). La capacitat oferta al consumidor és la d'aprovisionar els recursos de transformació, emmagatzematge, xarxes i altres recursos, per tal d'implementar softwares arbitraris, que poden incloure sistemes operatius i aplicacions.

El consumidor no gestiona o controla la infraestructura del núvol però té control sobre els sistemes operatius, l'emmagatzematge i les aplicacions implementades; i la possibilitat de tenir un control limitat sobre alguns components específics de la xarxa. El model permet recrear d'una forma virtual una infraestructura informàtica completa, com ara, gestionar servidors, sistemes operatius, sistemes d'emmagatzematge, etc.

Algunes de les principals avantatges d'aquest model són: (1) l'estalvi en costos i recursos ja que no és necessari tenir una infraestructura tecnològica com a espai d'emmagatzematge, processament o memòria; (2) una reducció dels costos de propietat ja que es tracte d'un model de lloguer i no de comprar dels recursos tecnològics; i (3) si la estructura està ben dissenyada, els recursos que no s'estan utilitzant no consumeixen electricitat.

En la següent taula es mostren algunes plataformes que podrien ser implementades en l'àrea de la tecnologia o infraestructura:

Tecnologia / infraestructura	
<input type="checkbox"/>	Amazon Web Services
<input type="checkbox"/>	IBM SmartCloud Hosting
<input type="checkbox"/>	Windows Azure
<input type="checkbox"/>	GoGrid

Figura 4.12. Plataformes IaaS. [Figura d'elaboració pròpia.]

Cal tenir en compte que cada un dels tres models esmentats, representen una estratègia diferent al moment de gestionar les TIC.

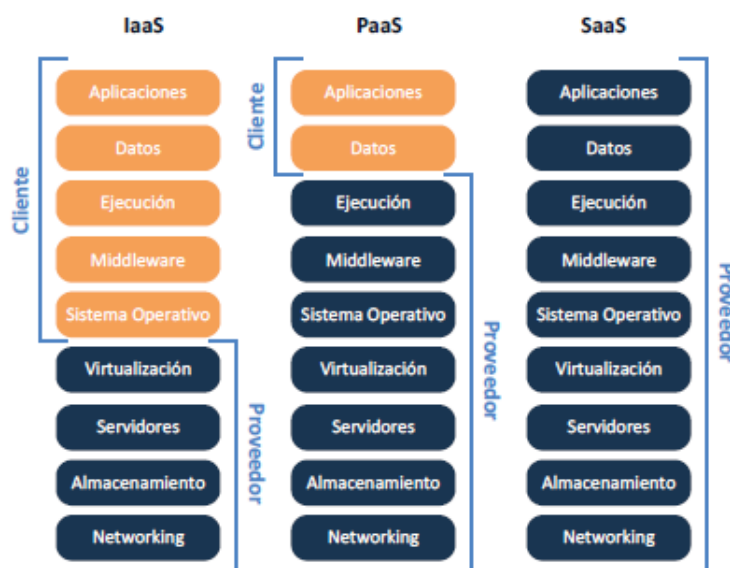


Figura 4.13. Comparació dels tres models de serveis [29].

Finalment, els quatre models d'implementació són els següents:

Núvol privat. La infraestructura està preparada per ús exclusiu per a una única comunitat de múltiples consumidors (per exemple, unitat de negoci). Pot ser de propietat, gestionada i operada per la organització, una tercera persona o una combinació de les dos opcions.

Núvol comunitari. La infraestructura està preparada per ús exclusiu per a una comunitat específica de consumidors d'organitzacions que comparteixen preocupacions (per exemple, missió, seguretat, requeriments o polítiques, entre altres). Pot ser de propietat, gestionada i operada per una o més organitzacions de la comunitat, una tercera persona o una combinació de les dos opcions.

Núvol públic. La infraestructura està preparada per un ús obert per a tot el públic. Pot ser de propietat, gestionada i operada per una empresa, institució acadèmica, organització governamental o una combinació de les opcions. Existeix en les instal·lacions del proveïdor del núvol.

Núvol híbrid. La infraestructura és una composició de dos o més infraestructures del núvol diferents (privat, comunitari o públic) sent entitats úniques, però que estan unides per tecnologia estandarditzada o de propietat que permet la portabilitat de dades i aplicacions [30].

Un cop entès que és el núvol, i les característiques que presenta, s'exposaran els incentius tant per els proveïdors com per els consumidors, les primeres plataformes que van sorgir i les diferents plataformes que s'ofereixen actualment.

Cal tenir en compte que els proveïdors dels núvols estan incentivats pels beneficis que obtindran a través de cobrar els clients per l'accés als seus serveis. Per altre banda, els consumidors, com ara les empreses, es veuen atretes per l'oportunitat de reduir o inclús eliminar els costos associats a la realització dins de la pròpia empresa d'una infraestructura del núvol pròpia.

Proveïdors com ara Amazon, Google, Salesforce, IBM, Microsoft i Sun Microsystems han començat a establir nous centres de dades per allotjar aplicacions del núvol en varies localitats del món per tal d'oferir redundància i assegurar la fiabilitat en el cas d'errors en algun lloc.

Adicionalment, empreses amb operacions per tot el món requereixen un temps de resposta ràpid i estalviar temps distribuint les necessitats de càrrega de treball a múltiples núvols a varies localitzacions al mateix temps. Això crea la necessitat d'establir una atmosfera computacional amb una interconnexió dinàmica i un aprovisionament de núvols de diferents dominis a través de diferents empreses.

Algunes de les primeres plataformes dels núvols que van sorgir són les següents:

Amazon Elastic compute cloud (EC2): ofereix un ambient virtual on els usuaris poden utilitzar aplicacions Linux. L'usuari pot crear una nova Màquina d'Imatge Amazon (AMI) que contingui les aplicacions, dades i configuracions o seleccionar una de les disponibles. Després, l'usuari necessita pujar la AMI creada o seleccionada al Simple Servei d'Emmagatzematge de Amazon (Amazon S3), abans de poder començar, per a monitoritzar instàncies. Amazon EC2 cobra a l'usuari pel temps quan la instància està viva, mentre que Amazon S3 cobra per qualsevol transferència de dades.

Google App Engine: permet a l'usuari utilitzar aplicacions escrites amb el llenguatge de programació Python. Addicionalment, també recolza per *Application Programming Interfaces* (APIs) per a l'emmagatzematge de dades, comptes de Google, cerca de URL, manipulació d'imatges i serveis d'e-mail. Actualment aquesta aplicació és gratis fins a un límit d'emmagatzematge de 500MB i una visualització de 5 milions de pàgines per mes.

Microsoft Azure: ofereix un entorn on el desenvolupament, l'allotjament i el control del núvol està completament integrat, permeten als desenvolupadors de softwares crear, allotjar, gestionar i utilitzar aplicacions web i no-web fàcilment a través de un centre de dades de Microsoft. La plataforma addicionalment recolza Web APIs, com ara SOAP i REST, per tal de permetre als desenvolupadors de software interconnectar entre eines i tecnologies de Microsoft i altres que no siguin de Microsoft.

Sun Network.com (Sun Grid): permet a l'usuari utilitzar aplicacions de Solaris OS, Java, C, C++ i FORTRAN. L'usuari ha de descarregar-se els resultats en el seu ambient local per poder visualitzar-los.

Aneka: es tracta d'una plataforma orientada a la gestió de recursos utilitzant una base .NET. És dissenyada per suportar múltiples models d'aplicacions, solucions de seguretat i persistència i protocols de comunicació. Els usuaris poden accedir a la plataforma de manera remota a través de "*Gridsbus broker*".

Les principals característiques son resumides en la següent figura:

Property	System				
	Amazon Elastic compute cloud (EC2)	Google App engine	Microsoft Azure	Sun Network.com (Sun Grid)	GRIDS Lab Aneka
Focus	Infrastructure	Platform	Platform	Infrastructure	Software platform for enterprise Clouds
Service type	Compute, storage (Amazon S3)	Web application	Web and non-web application	Compute	Compute
Virtualization	OS level running on a Xen hypervisor	Application container	OS level through fabric controller	Job management system (Sun Grid Engine)	Resource manager and scheduler
Dynamic negotiation of QoS parameters	None	None	None	None	SLA-based resource reservation on Aneka side.
User access interface	Amazon EC2 command-line tools	Web-based administration console	Microsoft windows azure portal	Job submission scripts, Sun Grid web portal	Workbench, web-based portal
Web APIs	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Value-added service providers	Yes	No	Yes	Yes	No
Programming framework	Customizable linux-based Amazon Machine Image (AMI)	Python	Microsoft .NET	Solaris OS, Java, C, C++, FORTRAN	APIs supporting different programming models in C# and other .Net supported languages

Figura 4.14. Principals característiques de les primeres plataformes dels núvols [31].

Actualment, hi ha nombroses plataformes que ofereixen el servei del núvol. A continuació s'anomenaran els principals proveïdors i els serveis núvol que ofereixen, així com una breu explicació.



Figura 4.15. Principals proveïdors dels serveis al núvol. [Figura d'elaboració pròpia.]

Office 365: fa referència principalment al *Hotmail* i *Microsoft Online Services*. Els seus preus varien en funció del nombre d'aplicacions que es vulguin adquirir. En la figura següent es mostren els diferents preus per a les empreses.

Office 365 Empresa Essentials	Office 365 Empresa	Office 365 Empresa Premium
4,20 € por usuario y mes (compromiso anual)	8,80 € por usuario y mes (compromiso anual)	10,50 € por usuario y mes (compromiso anual)
1 año 4,20 € por usuario y mes ▼	1 año 8,80 € por usuario y mes ▼	1 año 10,50 € por usuario y mes ▼
Comprar ahora	Comprar ahora	Comprar ahora
<p>Versiones online de Office con correo electrónico y videoconferencia</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico con un buzón de 50 GB • 1 TB de almacenamiento y uso compartido de archivos • Videoconferencia en alta definición • Office Online 	<p>Office al completo en PC o Mac con aplicaciones para tabletas y teléfonos</p>  <ul style="list-style-type: none"> • (Correo electrónico no incluido) • 1 TB de almacenamiento y uso compartido de archivos • Office instalado por completo en PC o Mac • Aplicaciones de Office en tabletas y teléfonos 	<p>Todas las características de Empresa Essentials y Empresa en un único plan integrado</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico con un buzón de 50 GB • 1 TB de almacenamiento y uso compartido de archivos • Videoconferencia en alta definición • Office instalado por completo en PC o Mac • Aplicaciones de Office en tabletas y teléfonos

Figura 4.16. Diferents preus per empreses. [32]

Windows Azure: és una col·lecció cada vegada més gran de serveis integrats en el núvol (anàlisi, procés, bases de dades, mòbils, xarxes, emmagatzematge i web). Es tracte d'un sistema d'emmagatzematge de dades per un temps infinit. El preu varia en funció de les aplicacions que es vulguin contractar. En la següent taula es mostra un exemple de cost basant-se en les aplicacions d'emmagatzematge i de la Internet de les Coses.

Service type	Custom name	Region	Description	Estimated Cost
Storage	Almacenamiento	West Central US	1 GB de almacenamiento de tipo Blob en bloques. Nivel Basic, redundancia LRS, 1 x 100 000 transacciones	€0,02
Data Lake Store	Almacén Data Lake	East US 2	0 GB almacenados, 0 millones de transacciones	€0,00
StorSimple	StorSimple	West US		€0,00
Backup	Backup	East US	1 instancias, 0 GB, 0 GB lrs de almacenamiento	€0,00
Site Recovery	Recuperación de sitios	East US	0 instancias de recuperación en sitios propiedad del cliente, 0 instancias de recuperación en Azure	€0,00
Azure IoT Hub	Centro de IoT de Azure	East US	Nivel free	€0,00
Event Hubs	Centros de eventos	East US	0 millones de eventos, 1 unidades de procesamiento x nivel 744 horas, basic. Archivo agregado: false	€9,41
Stream Analytics	Análisis de transmisiones	East US	1 GB de datos procesados, 1 unidades x 744 horas de unidades de streaming	€19,45
Machine Learning	Aprendizaje automático	South Central US	Gratis	€0,00
Notification Hubs	Bases de datos centrales de notificaciones	East US	1 millones de inserciones del nivel basic	€8,43
Support			Support	€0,00
			Monthly Total	€37,32
			Annual Total	€447,78

Figura 4.17. Exemple de cost de *Windows Azure*. [33]

Microsoft Dynamics CRM: correspon a la gestió de relacions amb els clients (CRM) que permet a les empreses proporcionar serveis des de qualsevol lloc, vendre de forma eficaç i realitzar un màrqueting mes intel·ligent. Aquesta plataforma es pot trobar en el núvol, local o amb una combinació híbrida. Els preus varien ja que s'ofereixen diferents opcions, tal i com es pot observar en la següent figura.

Team Members Enterprise edition

\$4-\$10

per user/month,
depending on how many users you sign up

Includes light use of these apps:

- Dynamics 365 for Operations
- Dynamics 365 for Sales
- Dynamics 365 for Customer Service
- Dynamics 365 for Field Service
- Dynamics 365 for Project Service Automation

+ Microsoft PowerApps with Flow

BUY >

Individual apps

\$95-\$190

per user/month,
depending on which apps you choose

Dynamics 365 for Operations	\$190
CONTACT US >	
Dynamics 365 for Sales	\$95
BUY >	
Dynamics 365 for Customer Service	\$95
BUY >	
Dynamics 365 for Field Service	\$95
CONTACT US >	
Dynamics 365 for Project Service Automation	\$95
CONTACT US >	
+ Microsoft PowerApps	\$40
BUY >	

Dynamics 365 Plan 1

\$70 per user/month for 500-999 users

Dynamics 365 Licensing Guide

BUY >

Includes these apps:

- Dynamics 365 for Sales
- Dynamics 365 for Customer Service
- Dynamics 365 for Field Service
- Dynamics 365 for Project Service Automation

+ Microsoft PowerApps and Microsoft Flow

Dynamics 365 Plan 2

\$210 per user/month

Dynamics 365 Licensing Guide

CONTACT US >

Includes all the Plan 1 apps + Dynamics 365 for Operations

- Manufacturing and supply chain
- Retail and commerce
- Finance

Figura 4.18. Variació de preus de *Microsoft Dynamics CRM* [34].

Google Docs: es basa en la col·laboració entre varies persones i documents (tothom pot modificar un arxiu alhora), o escriure'ls i modificar-los des de qualsevol lloc i inclús sense accés a internet. Es tracte d'una plataforma gratuïta.

Google Cloud Platform: es tracte d'una infraestructura segura, global, d'alt rendiment, rentable i en constant evolució. Dins del món de *big data*, es poden obtenir respostes amb major rapidesa i es poden crear millors productes. Té tot el necessari per crear i escalar aplicacions, com ara, recursos informàtics (*App Engine*), emmagatzematge i bases de dades (*Cloud Storage*), xarxes (*Cloud Virtual Network*), *big data* (*BigQuery*), aprenentatge automàtic (*Cloud Machine Learning Platform*), eines d'administració (*Visió general de Stackdriver*), eines per a desenvolupadors (*SDK de Cloud*) i identitat i seguretat (*Cloud Resource Manager*). En relació als preus, cada aplicació té diferents preus en funció de diferents variables. A continuació s'adjunta una taula amb les diferents eines que ofereix, axis com un exemple del cost de l'eina "Emmagatzematge i bases de dades (*Cloud Storage*)".

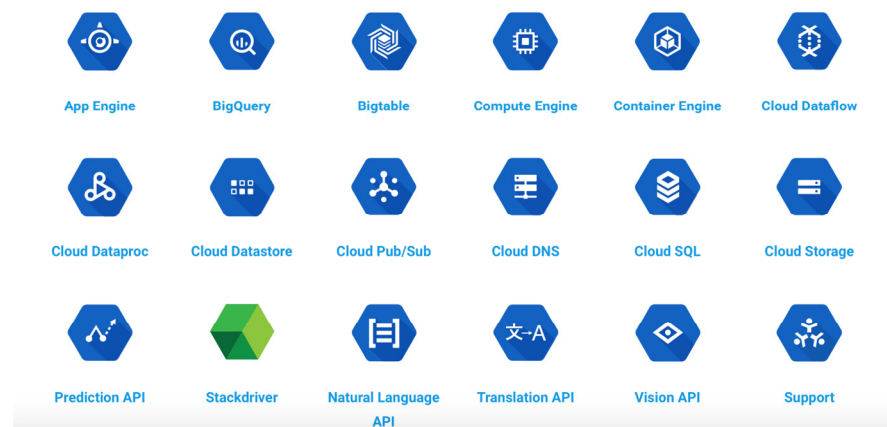


Figura 4.19. Diferents eines ofertes en el *Google Cloud Platform*. [35]

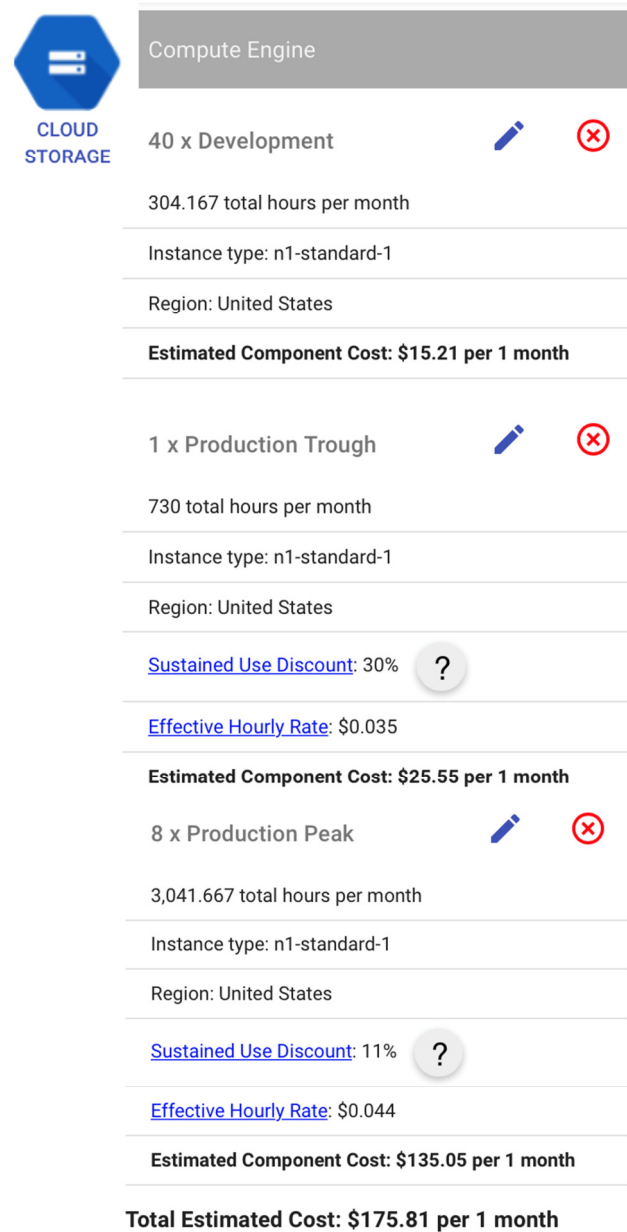


Figura 4.20. Exemple del cost mensual de l'eina emmagatzematge i bases de dades (*Cloud Storage*). [36]

Google App Engine: correspon a un servei inclòs a la família *Google Cloud Platform*. Aquest servei és de tipus Plataforma com a Servei (PaaS) i permet publicar aplicacions web en línia sense necessitat de preocupar-se per la part de la infraestructura i amb un enfocament 100% a la construcció de l'aplicació i amb la possibilitat de que *Google* la utilitzi pels seus propis productes. El preu d'aquesta plataforma varia en funció de diferents variables, per aquest motiu la taula següent mostra un exemple il·lustratiu.







Estimate ¹	
App Engine standard environment instances	 
Instances: 94,900 per month	
\$4,702.44	
App Engine flexible environment instances	 
Cores/vCPUs: 7,300 hours per month	
Memory: 7,300 GB per month	
Persistent disk: 200 GB per month	
\$443.81	
App Engine APIs and Services	 
Outgoing Network Traffic: 200 GB	
Cloud Storage: 200 GB	
Memcache: 7,300 GB hours	
Search: 200	
Indexing Documents: 200 GB	
Logs API: 200 GB	
Task Queue: 200 GB	
SSL Virtual IPs: 200	
\$8,695.99	
Total Estimated Cost: \$13,842.24 per 1 month	

Figura 4.21. Exemple il·lustratiu del cost mensual de l'eina *Google App Engine*. [36]

Amazon Web Services: es tracte d'un conjunt de serveis informàtics en un núvol. Els principals serveis que ofereix són d'informàtica, emmagatzematge, bases de dades, anàlisis, aplicacions i implementacions que ajuden a les organitzacions a avançar amb més rapidesa, reduir costos de TI i escalar aplicacions. El preu varia en funció de les aplicacions que s'utilitzin.

On-Premises vs. AWS Summary

You could save **41%** a year by moving your infrastructure to AWS.
Your three year total savings would be **€ 96,776,423**.

3 Years Cost Breakdown

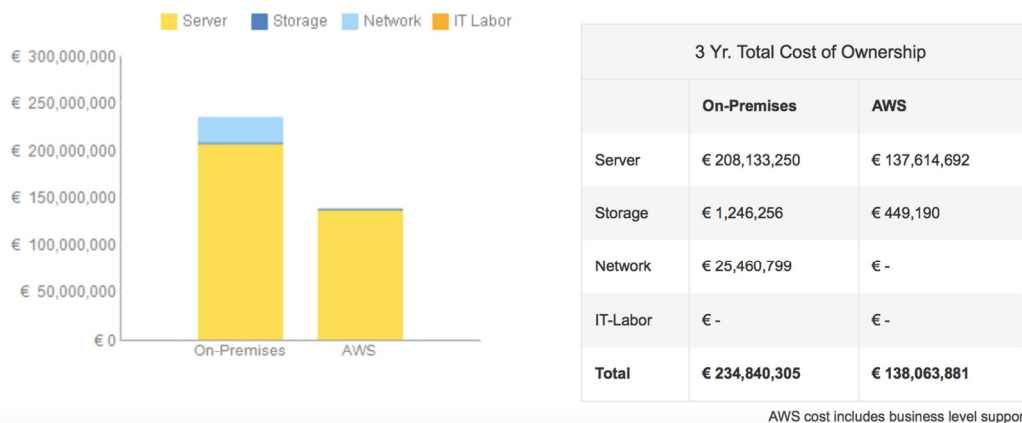


Figura 4.22. Comparació i exemple del cost d'utilitzar la infraestructura de *Amazon Web Services* (AWS), en comptes de una infraestructura pròpia. [37]

4.6. Tractament de dades: Big data

Les dades s'han tornat un torrent que flueix entre cada àrea de l'economia global. Les empreses s'enfronten a un volum creixent de dades transaccionals, capturant trilion de bytes d'informació referent als seus clients, proveïdors i operacions. En efecte, a mesura que les empreses i les organitzacions van al seu negoci i interactuen amb els individus, estan generant una quantitat enorme de dades d'escapament digital.

El concepte *big data* fa referència el processament i l'anàlisi de grans volums de dades, les quals son impossibles de tractar-les amb les eines actuals de bases de dades analítiques. La digitalització de pràcticament "tot" dona lloc a nous tipus de grans volums de dades a temps real en molts sectors. Moltes dades són dades no normalitzades, com ara, dades en *streaming*, entre altres.

El gran volum de dades prové de “màquines” com ara, pàgines web, xarxes socials, xarxes de sensors, buscadors d'internet, detalls de registre de trucades, arxius fotogràfics o de vídeos, entre altres.

El *big data* requereix tecnologies excepcionals per poder processar eficaçment quantitats de dades en un període de temps reduït. Algunes tecnologies que estan sent aplicades són, per exemple, bases de dades de processament paral·lel massiu (MPP), bases de dades distribuïdes, plataformes de *cloud computing*, entre altres.

El concepte *big data* es pot descriure per les següents característiques: volum de dades en creixement, nous tipus de dades i anàlisis i els requisits d'un anàlisis de la informació a temps real.

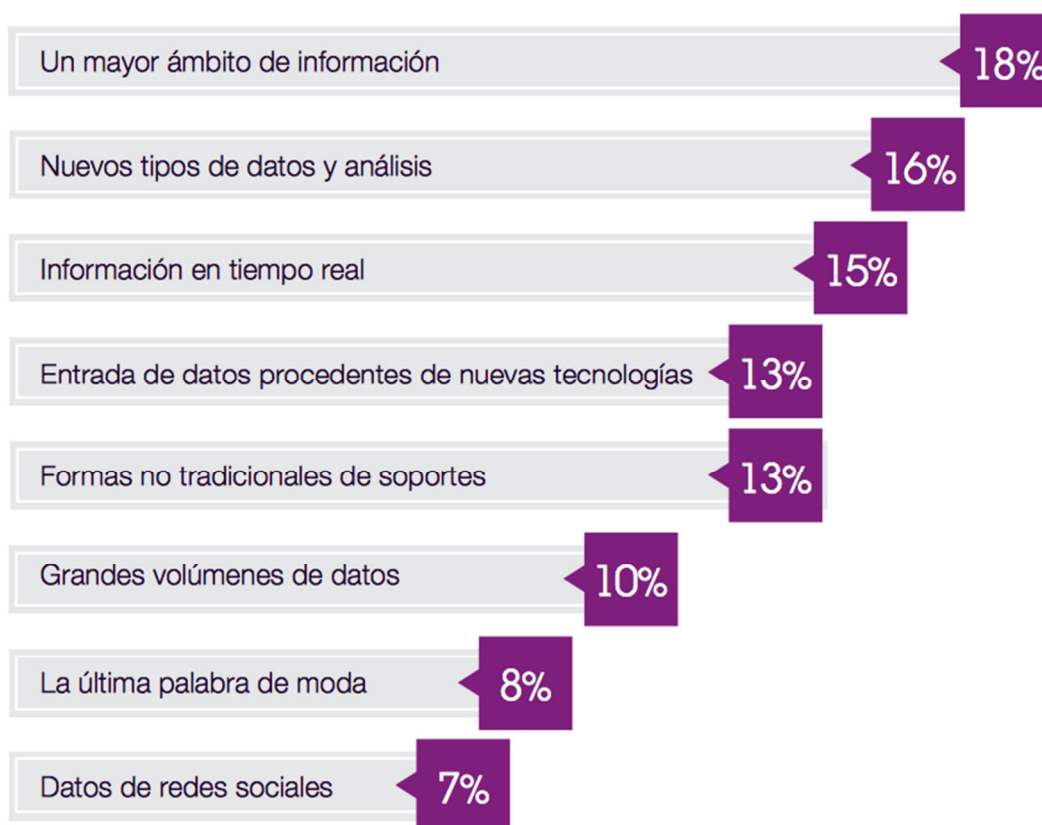


Figura 4.23. Definicions del concepte *Big Data* [38].

Aquesta definició coincideix amb una forma útil de caracteritzar les tres dimensions del *big data*; les tres V: volum, veracitat i velocitat. Addicionalment, seria necessari que les empreses tinguessin en compte una quarta dimensió, la veracitat, per tal de posar importància a la incertesa inherent en alguns tipus de dades.

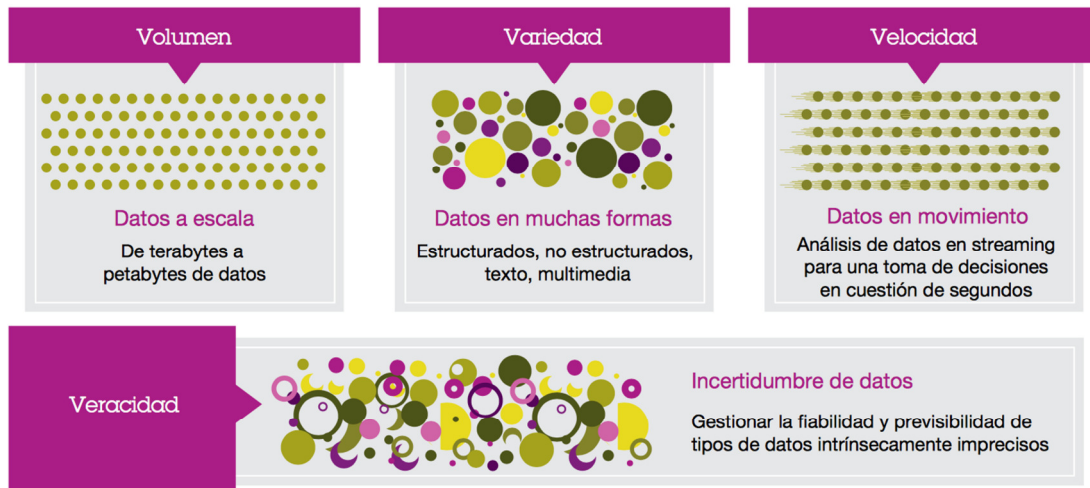


Figura 4.24. Les 4 V del *Big Data* [38].

Els atributs de *big data* son els següents:

- **Volum:** fa referència a les quantitats massives de dades que les organitzacions intenten aprofitar per millora la presa de decisions. El volum de dades pot anar de terabytes a petabytes.
- **Varietat:** fa referència als diferents tipus i fonts de dades. Es tracte de com gestionar la complexitat de múltiples tipologies de dades, incloent dades estructurades, semi-estructurades i no estructurades. Les empreses necessiten integrar i analitzar dades provinent de diferents fonts d'informació (tradicional, no tradicional, de fora de l'empresa, entre altres). Degut als sensors, dispositius intel·ligents i tecnologies de col·laboració social, les dades que es generen presenten diverses formes, com ara, text, dades web, vídeo, arxius de registre, entre altres.
- **Velocitat:** correspon a la velocitat en que es creen, processen i analitzen les dades. Avui en dia, les dades es generen de forma continua a una velocitat a la que els sistemes tradicionals els hi resulta impossible captar-les, emmagatzemar-les i analitzar-les. Per certs processos, com ara la detecció de frau a temps real o el màrqueting instantani multicanal, certes dades han de ser analitzades a temps real per que resultin útils per el negoci.
- **Veracitat:** fa referència al nivell de fiabilitat associat a certes tipologies de dades. Esforçar-se per obtenir unes dades d'alta qualitat és un requisit molt important i un repte fonamental del *big data*, ja que inclús els millors mètodes

de neteja de dades no poden eliminar la imprevisibilitat inherent d'algunes dades, com ara, el temps, l'economia o les futures compres d'un client.

Actualment, *big data* és un element rellevant pels líders de cada sector, i els consumidors de productes i serveis suporten els beneficis de la seva aplicació. La habilitat de emmagatzemar, agregar i combinar dades i després utilitzar el resultat per realitzar anàlisis més profunds, s'està convertint en un procés més accessible gracies a que el “*cloud computing*” està disminuint costos i barreres tecnològiques.

Segons un estudi realitzat per *McKinsley & Company* [10], hi ha 5 aplicacions on la *big data* aconsegueix crear valor:

- 1- **Creant transparència:** simplement fent més accessible la *big data* als “*stakeholders*” es pot crear valor. Per exemple, en una indústria, la integració de dades de Recursos Humans, enginyeria i fabricació de les unitats pot disminuir significativament el temps de mercat i millorar la qualitat.
- 2- **Permeten experiments per descobrir necessitats, exposar variabilitat i millorar el rendiment:** a mesura que es crea i s'emmagatzema més dades transaccionals de forma digital, les organitzacions poden recol·lectar dades sobre el rendiment de forma més precisa i detallada de qualsevol cosa, des de l'estoc fins els dies de malalties del personal. Utilitzant les dades per analitzar la variabilitat del rendiment i per entendre les seves causes, els líders poden gestionar el rendiment a nivells superiors.
- 3- **Segmentant la població per personalitzar les accions:** *big data* permet a les organitzacions crear segments altament específics i orientar de forma precisa els productes i serveis per tal de complir les necessitats. Per exemple, empreses en el consum de productes, mitjançant la utilització d'una micro-segmentació a temps real dels clients, poden focalitzar-se en diferents promocions i publicitat.
- 4- **Substituint o reemplaçant les decisions humanes per un algoritme automatitzat:** tècniques analítiques més sofisticades poden millorar la presa de decisions, minimitzar riscos i aflorar valuoses idees que d'una altre forma

seguirien ocultes. Per exemple, les empreses retails mitjançant l'ús d'aquests algoritmes poden optimitzar la fixació de preus amb la resposta a temps real de les ventes en botigues i online.

- 5- **Innovant nous models de negoci, productes i serveis:** les indústries estan utilitzant dades obtingudes dels usos dels productes actuals per tal de millorar el desenvolupament i facilitar el disseny de la següent generació de productes i crear un innovador servei després de les ventes.

Big data can generate significant financial value across sectors



SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

Figura 4.25. Creació de valor del *Big Data* en diferents sectors [39].

Una gran varietat de tècniques i tecnologies han sigut desenvolupades i adaptades per agregar, manipular, analitzar i visualitzar el *big data*. Aquestes tècniques i tecnologies provenen de diferents camps incloent estadística, ciències de la computació, matemàtiques aplicades i economia. Això implica que una empresa que vol obtenir valor de la *big data* a d'adoptar un enfoc flexible i multidisciplinari.

A continuació, es detallaran una sèrie de tècniques d'anàlisis de *big data*:

Proves A/B: tècnica on un grup de control és comparat amb una varietat de grups de proves per tal de determinar quins aspectes milloraran un variable (per exemple, el rati de resposta al màrqueting). Un exemple d'aplicació seria determinar quines imatges o colors milloren el rati de conversió en una pàgina de *e-commerce*.

Un exemple d'eina comercial seria “*Optimizely*”, amb la qual es poden fer diferents proves. Els passos a seguir serien els següents:

- Recopilar dades: és millor començar amb les àrees on hi ha més tràfic de dades. S’han de buscar pàgines amb altes tasses d’abandonament les quals es poden millorar.
- Identificar metes: les metes de conversió són les mètriques que s’estan utilitzant per determinar si la variació té més èxit que la versió original. Una meta pot ser qualsevol cosa, des de fer un clic en un boto o vincular compres de productes a registres de correus electrònics.
- Generar hipòtesis: un cop identificat un objectiu, es pot començar a generar idees de prova A/B.
- Crear variacions: utilitzant el software de prova A/B (en aquest cas, *Optimizely*), es poden realitzar els canvis en un element de la pàgina web o en l'aplicació mòbil. Un exemple seria, anar canviant el color d'un botó, intercanviar l'ordre dels elements en la pàgina i ocultar elements de navegació, entre altres.
- Executar l’experiment: en aquest moment, els visitants de la pagina web o l’aplicació seran assignats a l'atzar al control o variació de l’experiència. La seva interacció amb cada experiència es mesura, es conta i es compara per determinar com ho realitza cada un.
- Analitzar els resultats: un cop l’experiment ha acabat, el software presentarà les dades del experiment i mostrarà la diferència entre les dos versions de la pàgina web i si existeix alguna diferència estadísticament significativa.

Aquest software, té un període de prova gratuït durant 30 dies, i després ofereix 3 plans de pagament:

Web Experimentation

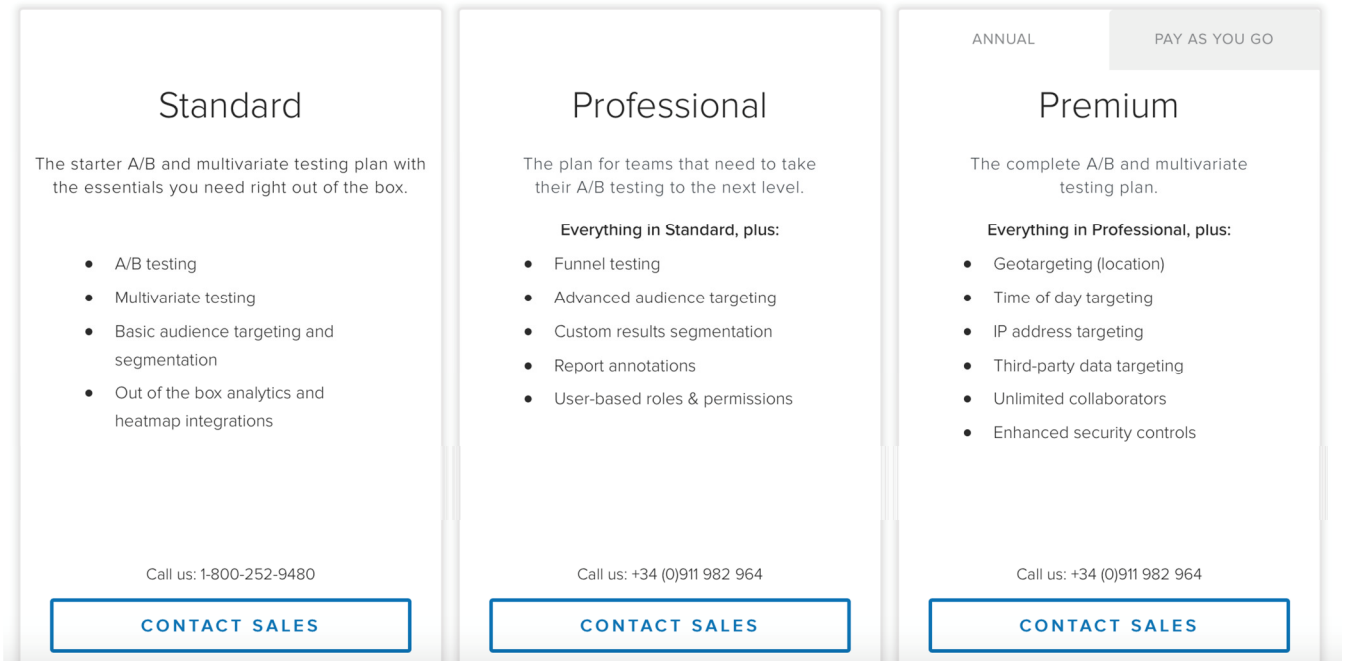


Figura 4.26.. Plans de pagament de l'eina *Optimizely* [40].

Un altre exemple de software seria “*Google Analytics*”, el qual a través de l'eina “experiments” permet fer proves A/B. La principal diferència entre aquest software i *Optimizely*, és que aquest té una versió gratuïta, recomanada a individus i empreses petites i mitjanes [41].

Classificació: tècnica per identificar les categories en les quals nous punts de dades pertanyen, basant-se en un conjunt establert amb punts de dades ja establerts en categories. Una aplicació es la predicció del comportament d'uns clients determinats, respecte les decisions de compra o de consum. amb aquesta eina es poden identificar elements claus del producte a consumir i facilitar la fase de disseny d'aquest producte.

Anàlisis clúster: L'anàlisis clúster (o de conglomerats) és un mètode estadístic per classificar objectes separant un grup divers en grups més petits d'objectes similars, on les seves característiques de similitud són conegudes prèviament.

Es tracta de resoldre el següent problema: Donat un conjunt d'individus (de N elements) caracteritzats per la informació de “ n ” variables X_j , ($j= 1,2,\dots,n$), volem ser capaços de

classificar-los de forma que els individus que pertanyen a un grup (clúster) siguin tant similars entre sí com sigui possible. Per tal de poder obtenir aquest resultat, és imprescindible definir una mesura de similitud o de divergència per tal de poder classificar els individus en un grup o en un altre. Bàsicament, la anàlisi constarà d'un algoritme de classificació que ens permetrà obtenir una o varies particions, d'acord amb els criteris establerts.

El procés complet es pot estructurar seguint el següent esquema [42]:

- Partim d'un conjunt de N individus, els quals disposem d'una informació xifrada per un conjunt de “ n ” variables (una matriu de dades de N individus per “ n ” variables).
- Establim un criteri de similitud per poder determinar: una matriu de similituds que ens permeti relacionar la semblança dels individus entre sí (matriu de N individus x N individus).
- Elegim un algoritme de classificació per determinar l'estructura d'agrupació dels individus.
- Especifiquem l'estructura mitjançant diagrames d'arbres o dendrogrames o altres gràfics.

Crowdsourcing: es tracte d'una tècnica per recol·lectar dades subministrades per un grup elevat de persones a través d'una xarxa social. Per exemple recollir les diverses valoracions i opinions que els usuaris fan mitjançant les xarxes socials. Aquesta informació és d'un gran valor a l'hora de prendre decisions en l'etapa de disseny de producte, ja que es poden identificar molt clarament les necessitats que s'han de resoldre per satisfer el client.

Fusió de dades i integració de dades: és un conjunt de tècniques que integren i analitzen dades de múltiples fonts per tal d'obtenir resultats més acurats. Una aplicació d'aquesta tècnica seria l'ús de dades de xarxes socials combinades amb dades a temps real de les ventes, per tal de determinar quin efecte està causant una campanya de màrqueting sobre els sentiments dels clients i el comportament de compra.

Data mining: tècnica per extreure patrons d'una gran base de dades mitjançant la combinació de mètodes estadístics i aprenentatge automàtic. Un exemple d'aplicació seria l'extracció de patrons de dades sobre els clients per tal de determinar els segments que respondran mes favorablement a una oferta determinada.

Machine learning (aprenentatge automàtic): Es tracte d'un tipus d'intel·ligència artificial dirigida al desenvolupament de tècniques perquè les màquines puguin aprendre i prendre decisions per si mateixes. Aquest aprenentatge és possible gracies a la detecció de patrons dins d'un conjunt de dades de forma que és el propi programa el que prediu quines situacions es podrien donar o no. Aquests càlculs són els que permeten a les màquines aprendre per finalment generar decisions i resultats fiables.

En el camp dels negocis algunes aplicacions serien: establir en quines dates és millor pujar o baixar els preus d'acord a la demanda, estimar si el ritme de les ventes està sent òptim en un moment puntual o avaluar quin moment és l'adequat per realitzar una tasca concreta mitjançant mètodes d'optimització més ràpids i flexibles.

Un exemple de software per aconseguir l'objectiu de que les màquines aprenguin, seria aplicar el llenguatge de programació *Python* mitjançant l'eina *SciPy* o *scikit-learn*.

Processament de llenguatge natural (NLP): correspon a un conjunt de tècniques que utilitza algoritmes per analitzar el llenguatge humà. Una aplicació seria realitzar un anàlisis de sentiments en les xarxes socials per determinar com futurs clients estan reaccionant a una campanya publicitària.

Anàlisis de la xarxa: conjunt de tècniques per caracteritzar relacions entre nodes discrets en un gràfic o una xarxa. En la anàlisis de xarxes socials, les connexions entre individus en una comunitat i una organització son analitzades (per exemple, com es mou la informació o qui és més influent sobre algun aspecte o individus).

Una aplicació de la tècnica seria la identificació de líders, actualment anomenats *influencers*, claus d'opinions per que siguin l'objectiu de màrqueting.

Optimització: conjunt de tècniques per redissenyar sistemes i processos complexes per millorar el rendiment d'acord a una o mes variables. Uns exemples d'aplicació serien aconseguir millorar els processos operacionals (rotacions, horaris, etc.) i la presa de decisions estratègiques (estratègia de rangs de productes, etc.). Una manera de millorar

els processos operacionals seria intentar disminuir alguns dels processos productius a partir de la tècnica DFMA durant l'etapa de disseny del producte.

Modelització predictiva: fa referència a la creació o selecció d'un model matemàtic per predir de manera més optima la probabilitat d'un succés o resultat. Un exemple d'aplicació és calcular la probabilitat de que un client se li puguin creuar ventes d'altres productes. En la fase de disseny de producte aquesta tècnica pot ajudar a definir d'una manera més òptima les característiques i especificacions amb una probabilitat de succés més elevada.

Anàlisis dels sentiments: és l'aplicació de la tècnica de processament del llenguatge natural i altres tècniques analítiques per identificar i extreure informació subjectiva de fonts d'informació de text.

Els elements claus d'aquest anàlisis són la identificació d'aspectes, característics o productes sobre els quals un sentiment és expressat, i determinar el tipus (per exemple, positiu, negatiu o neutre) i el grau i força del sentiment. Una possible aplicació seria la anàlisis de les xarxes socials per determinar com diferents segments de clients reaccionen als productes i accions d'una empresa.

Spatial anàlisis: fa referència a un conjunt de tècniques que analitzen les propietats topològiques, geomètriques o geogràfiques d'una base de dades. Normalment les dades d'aquest anàlisis provenen de sistemes d'informació geogràfica que capturen dades de localització. Un exemple d'aplicació seria analitzar com la cadena de subministrament d'una indústria actuaria amb processos de la cadena en diferents localitzacions.

Estadística: es tracte de la ciència de col·lecció, organització i interpretació de dades, incloent el disseny d'enquestes i experiments. Aquestes tècniques serveixen per analitzar quines relacions entre variables podrien succeir per casualitat i quines relacions entre variables resulten d'una relació casual subjacent.

Simulació: es tracte de modelar el comportament de sistemes complexes, normalment utilitzat per prediccions, previsions i plantejament de diferents escenaris. Un exemple d'aplicació seria mesurar la probabilitat d'aconseguir finançament per un projecte donat una incertesa respecte el èxit de diferents iniciatives.

Anàlisis de series temporals: correspon a un conjunt de tècniques estadístiques i de processament del senyal per analitzar una seqüència de punts de dades que representen valors en temps successius, per tal de extreure diferents característiques de les dades. Una aplicació seria preveure les ventes d'un producte.

Un cop entès a que fa referència la *big data* i les diferents tècniques per tractar-la, així com possibles exemples d'aplicació, es pot concloure que l'aplicació i ús de la *big data* durant l'etapa de disseny de producte, pot generar valor i reduir costos a les empreses, tal i com es pot observar en la figura següent.

Big data levers can deliver value along the manufacturing value chain in terms of cost, revenue, and working capital

	Lever examples	Impact			Subsector applicability
		Cost	Revenue	Working capital	
R&D and design	<ul style="list-style-type: none"> Concurrent engineering/PLM¹ Design-to-value Crowd sourcing 	+20–50% PD ² costs +30% gross margin -25% PD ² costs	-20-50% time to market		High – Low complexity High – Low complexity B2C – B2B
Supply chain management	<ul style="list-style-type: none"> Demand forecasting/shaping and supply planning 	+2–3% profit margin		-3–7% onetime	FMCG ³ – Capital goods
Production	<ul style="list-style-type: none"> Sensor data-driven operations analytics "Digital Factory" for lean manufacturing 	-10–25% operating costs -10–50% assembly costs	Up to +7% revenue +2% revenue		Capital intense – CPG ³ Capital intense – CPG ³
After-sales services	<ul style="list-style-type: none"> Product sensor data analysis for after-sales service 	-10–40% maintenance costs	+10% annual production		Capital intense – CPG ³

1 Product lifecycle management.

2 Product development.

3 Fast-moving consumer goods and consumer packaged goods.

SOURCE: Expert interviews; press and literature search; McKinsey Global Institute analysis

Figura 4.27. Creació de valor mitjançant *Big Data*. [39].

5. Procés d'Innovació.

El terme innovació fa referència a l'aplicació comercial d'una idea. Innovar es convertir idees en productes, processos o serveis nous o millorats que el mercat valora. Es tracta de un fet fonamental econòmic que, incrementa la capacitat de creació de l'empresa i, a mes a mes, té fortes implicacions socials.

Aquesta definició ha de ser entesa en un sentit ampli, doncs cobreix tots els aspectes d'activitats de l'empresa que impliquen un canvi substancial en la forma de fer les coses, tant en els productes o serveis que s'ofereixen, com en la seva producció, comercialització o organització.

En aquest sentit, el procés d'innovació es pot entendre com un procés complexa que avarca la generació de noves idees o coneixements, la absorció de coneixement externs, la transformació d'aquestes idees en productes nous o millorats [42].

Existeixen dues vies diferents per innovar un producte que són:

- **Innovació radical:** que es produeix amb productes nous, completament diferents als que ja existeixen. Són canvis revolucionaris en tecnologia. És un canvi major que representa un nou paradigma en la tecnologia, el que implica que els nous codis tecnològics de comunicació desenvolupats fins al moment es quedin al marge.
Alternen les posicions competitives de les empreses establertes i, en alguns dels casos, poden arribar a provocar l'aparició de noves indústries.
- **Innovació incremental:** que consisteix en petites modificacions i millores que, en certa continuïtat, augmenten l'eficiència del producte o la satisfacció del client.

Durant al llarg dels anys s'han proposat diversos models sobre el procés d'innovació, tal i com es pot observar en la taula 5.1., però els models més extensos i acceptats són: els models lineals, models per etapes, models interactius o mixtes, models integrats i el model en xarxa.

Autor	Classificació de models de procés d'innovació
Saren, M.A. (1983)	<ul style="list-style-type: none"> • Models d'Etapes Departamentals (<i>Departmental -Stage Models</i>) • Models d'Etapes d'Activitat (<i>Activity-Stage Models</i>) • Models d'Etapes de Decisions (<i>Decision-Stage Models</i>) • Models de Processos de Conversió (<i>Conversion Process Models</i>) • Models de Resposta (<i>Response Models</i>)
Forrest, J. (1991)	<ul style="list-style-type: none"> • Models d'Etapes (<i>Stage Models</i>) • Models de Conversió i Models d'Empenta de la tecnologia / Estirada de la Demanda (<i>Conversion Models and Technology-Push / Market - Pull Models</i>) • Models Integradors (<i>Integrative Models</i>) • Models Decisió (<i>Decision Models</i>)
Rothwell, R. (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Model d'innovació de primera generació: Empenta de la tecnologia (<i>Technology-Push</i>) • Model d'innovació de segona generació: Estirada de la Demanda (<i>Market-Pull</i>) • Model d'innovació de tercera generació: Model Interectiu (<i>Coupling Model</i>) • Model d'innovació de quarta generació: Procés d'Innovació Integrat (<i>Integrate Innovation Process</i>) • Model d'innovació de cinquena generació (<i>System Integration and Networking</i>)
Padmore, T., Schuetze, H., i Gibson, H. (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Models Lineals (<i>Linear Models</i>) • Model d'Enllaços en Cadena (<i>Chain Link Model</i>) • Model en Cicle (<i>Cycle Model</i>)
Hidalgo, a., León, G., Pavón, J. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Model lineal: Empenta de la tecnologia / Estirada de la Demanda • Model Mixte (<i>Marquis, Kline, Rothwell i Zegveld</i>) • Model Integrat
Trott, P. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Serendipia (<i>Serendipity</i>) • Models Lineals (<i>Linear Models</i>) • Models Simultanis d'Acoblament (<i>Simultaneous Coupling Model</i>)

Autor	Classificació de models de procés d'innovació
Trott, P. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Model interactiu (<i>interactive model</i>)
Trott, P. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Serendipia (<i>Serendipity</i>) • Models Lineals (<i>Linear Models</i>) • Models Simultanis d'Acoblament (<i>Simultaneous Coupling Model</i>) • Model interactiu (<i>interactive model</i>)
Escorsa, P. i Valls, J. (2003)	<ul style="list-style-type: none"> • Model Lineal • Model de Marquis • Model de la <i>London Business School</i> • Model de Kline
European Comision (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Innovació derivada de la ciència (<i>technology Push</i>) • Innovació derivada de les necessitats del mercat (<i>Market Pull</i>) • Innovació derivada dels vincles entre els actors dels mercats • Innovació derivada de les xarxes tecnològiques • Innovació derivada de les xarxes socials

Taula 5.1. Classificació i models de diferents autors sobre el procés d'innovació [43].

Segons la OECD no existeix un model explicatiu clar i definitiu sobre el procés que té lloc des de que sorgeix una idea fins que aquesta arriba al mercat. Tot i així fa menció a la utilitat del model de Kline (model interactiu o mixta), ja que és el més complert. A continuació es detallarà en que consisteix aquest model.

Model de Kline

El model d'enllaços en cadena o model cadena - esclavó (*chain - link model*) en lloc de tenir un únic curs principal en conté cinc. Aquests camins uneixen les tres àrees de rellevància en el procés d'innovació tecnològica: la investigació, el coneixement i la cadena central del procés d'innovació tecnològica.

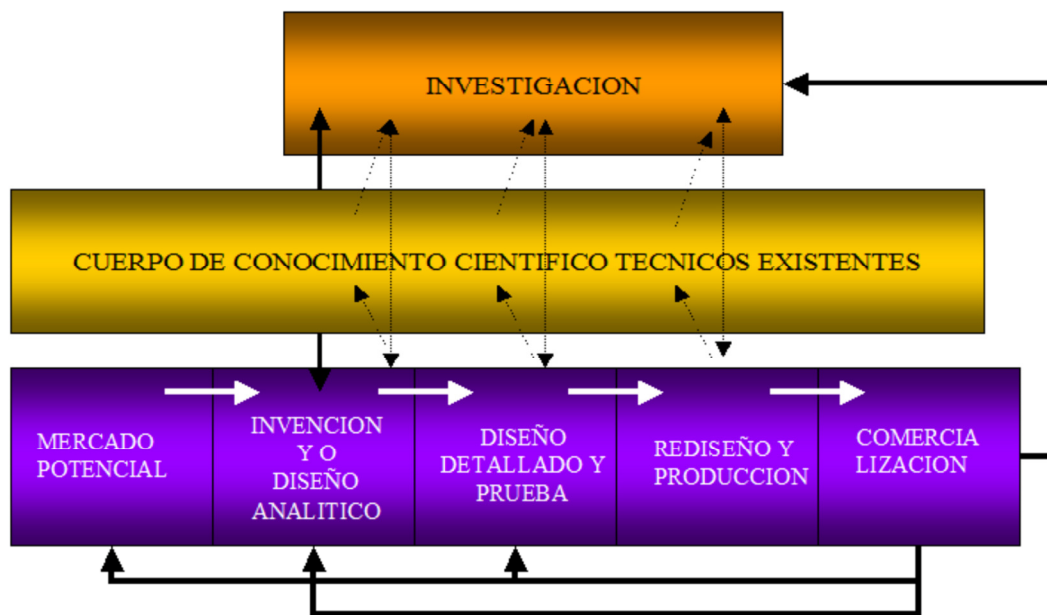


Figura 5.1. Model de Kline [43].

D'aquests model podem distingir cinc camins que una empresa pot seguir per gestionar les seves innovacions.

El primer camí correspon a la cadena central d'innovació la qual comença amb una idea que es materialitza en un producte o disseny analític el qual respon a una necessitat del mercat. Es tracta d'obtenir idees i analitzar si aquestes encaixarien en un mercat potencial. Aquestes idees passarien per diversos processos com ara: el disseny bàsic, disseny detallat producció i comercialització.



Figura 5.2. Model de Kline, primer camí [43].

El segon camí consisteix en una sèrie de retroalimentacions (*feedback links*) la primera, entre cada fase de la cadena central amb la seva fase prèvia (per exemple, disseny detallat i proves amb invenció o realització d'un disseny analític). En aquest camí partim de la base de que ja disposem d'idees i projectes per tant el camí s'inicia directament des

de la invenció i o disseny bàsic. La segona retroalimentació dona informació sobre les necessitats del mercat a les fases precedents, ja que el producte final pot tenir unes deficiències les quals poden obligar a efectuar algunes correccions en les etapes anteriors (per exemple, distribució i comercialització amb disseny detallat i proves). Finalment la retroalimentació va del producte final cap el mercat potencial, la qual proporciona informació sobre la possibilitat de desenvolupament de noves aplicacions industrials, ja que cada nou producte pot crear una necessitat al mercat.



Figura 5.3. Model de Kline, segon camí [43].

El tercer camí és la relació que hi ha entre la investigació i el coneixement. Quan apareix un problema en una activitat de la cadena central s'ha de recórrer al coneixement. Si amb el coneixement existent s'ha trobat la solució, la informació és transferida a l'invent o disseny bàsic, en el cas de no ser així, serà necessari realitzar una investigació on els seus resultats s'afegiran al coneixement.

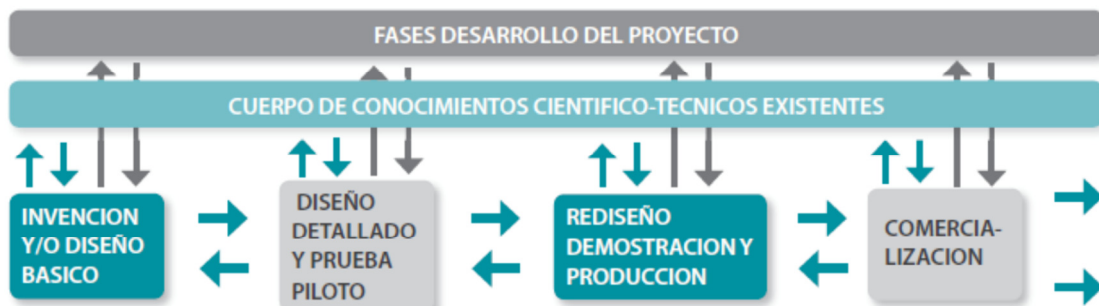


Figura 5.4. Model de Kline, tercer camí [43].

En el quart camí hi ha una connexió entre la investigació i la invenció. Els nous descobriments científics fan possible innovacions radicals. Tot i que la relació és bidireccional la ciència crea oportunitats per nous productes i la percepció de necessitats del mercat o possibles avantatges del mercat poden estimular investigacions importants.



Figura 5.5. Model de Kline, quart camí [43].

Finalment el cinquè camí mostra una relació entre el mercat (comercialització) i la investigació. Alguns resultats de la innovació, com ara instruments, màquines i procediments tecnològics són utilitzats per donar suport a la investigació científica.



Figura 5.6. Model de Kline, cinquè camí [43].

A continuació es detallaran les característiques de cada una de les fases del procés d'innovació del disseny d'un producte:

Idea:

A la primera fase del procés d'innovació del disseny d'un producte té lloc la generació de la idea o la identificació de la principal necessitat del mercat o del client.

En general, una idea pot sorgir de la creació d'un nou producte, d'una necessitat del mercat o d'una millora d'un producte ja existent.

En aquesta fase, la generació de l'idea pot ser agafant com a punt de partida una idea o producte ja existent o es pot partir de zero. L'objectiu és aconseguir generar una idea a través de diverses metodologies o eines, com ara el *brainstorming* o mapes mentals. En funció del producte que es vulgui dissenyar, aquest procés pot ser més o menys complex.

Les idees poden sorgir de diverses fonts, com ara:

- La pròpia empresa, la qual es considerada la font principal i pot implicar als treballadors en la fase de generació de l'idea.
- Els consumidors, mitjançant diferents canals de comunicació, obtenint un feedback amb els seus suggeriments.
- Els proveïdors, ja que tenen el coneixement de nous materials existents així com les tecnologies disponibles
- La competència, a través de la comparació del producte/idea actual (o propi de l'empresa) amb els líders del sector o competidors mes forts.

Disseny analític:

En la segona fase del procés d'innovació, és on es detecten les necessitats del client i es converteixen en especificacions tècniques per poder realitzar el disseny analític del producte.

El principal objectiu és crear un producte tenint en compte l'optimització del cost de producció, la facilitat de fabricació, la confortabilitat i la funcionalitat, entre altres coses. En aquesta fase es fa un estudi de les necessitats i les funcionalitats del producte, fins arribar a obtenir un prototip de producte tenint en compte les característiques generals que ha de complir (obtingudes, per exemple, mitjançant l'eina QFD), és dir, es tracte d'obtenir unes necessitats o requisits dels clients i convertir-les en característiques o especificacions tècniques generals que el producte o servei haurà d'incorporar.

Disseny detallat:

Una vegada transformades les necessitats del client en especificacions tècniques en aquesta fase del procés d'innovació per dissenyar un producte, es realitza el disseny detallat del producte.

En aquesta fase, l'objectiu és obtenir un disseny detallat de totes les peces i mecanismes que inclou el producte. Per tal d'obtenir aquest objectiu, s'han de tenir en compte els següents aspecte:

- Estandardització del producte, amb l'objectiu de minimitzar costos a través de la minimització de peces, simplificació de procediments, minimitzar els problemes de reparació, entre altres.
- Disseny modular del producte, on es creen mòduls que son intercanviables i permeten obtenir diferents combinacions.
- Fiabilitat del producte, mitjançant assegurant que el producte funcioni adequadament.
- Enginyeria del valor, on es tracte de reduir el numero de components i operacions necessàries per la generació del producte, el que comporta una disminució de costos en material i ma d'obra, axis com una major fiabilitat. Aquest aspecte es pot realitzar mitjançant la metodologia DFMA.
- Seguretat del producte, sobretot en productes com joguets i productes electromagnètics.

Redisseny i producció:

En la quarta fase del procés d'innovació de disseny d'un producte s'intenta eliminar o disminuir els possibles erros que pugui tenir el producte.

El principal objectiu del redisseny és assegurar la producció d'un producte eficient i fiable, mitjançant la identificació de possibles errors que pugui tenir o arribar a tenir i intentar solucionar-los. En aquest cas, la metodologia AMFE podria ajudar a donar solució aquests possibles errors del producte.

Pel que fa referència a la producció, s'ha de tenir en compte si la producció es realitza dins de la pròpia empresa o en una empresa externa (proveïdor) on l'assemlage es realitza en la pròpia empresa.

En el cas de realitzar la producció internament, s'han de tenir en compte molts factors com ara, l'espai que requereixen les màquines, matèries primes o materials, magatzems (tant sigui per la matèria prima o el producte finalitzat), complir la normativa vigent referent al producte que es realitzi, entre altres. L'objectiu és optimitzar tots aquests factors, per tal d'aconseguir el mínim cost de producció possible.

Comercialització:

La cinquena fase del procés d'innovació tracta de controlar la comercialització i el cicle de vida del producte. Per a dur a terme aquestes tasques és molt útil recolzar-se sobre la metodologia del PLM, que pot facilitar eines com la d'un CRM, que es fan servir per controlar el cicle de vida del producte i per aconseguir un elevat nivell de fidelització dels clients.

El cicle de vida d'un producte fa referència a un model d'anàlisi de la tendència d'evolució de les vendes, des de el seu llançament en el mercat fins la seva retirada, tal i com es mostra en la següent figura:

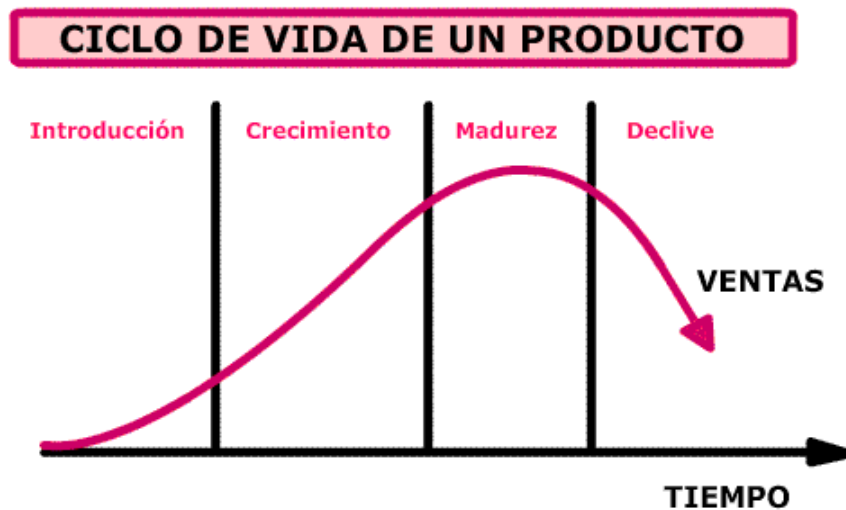


Figura 5.7. Cicle de vida d'un producte [44].

Tal i com es pot observar en la figura 5.7., a l'hora de comercialitzar un producte, aquest passa per 4 fases, les quals són caracteritzades per els següents aspectes:

- **Introducció:** es tracte de un producte o servei nou. En aquesta etapa els consumidors no coneixen del tot les seves funcionalitats, però decideixen provar-ho (anomenats pioners). Aquets seran els que creïn el boca-boca i mitjançant el seu feedback atrauran a la resta de consumidors.
- **Creixement:** cada vegada hi han mes consumidors que volen adquirir el producte. En aquesta fase serà essencial seguir millorant el producte per tal de satisfer les necessitats de tots els nous clients.

- Maduració: en aquesta etapa el producte o servei ja es conegut i es probable que hagin sorgit de semblants o còpies. En aquest punt és important aconseguir diferenciar-se respecte als competidors (mitjançant noves aplicacions del producte o innovant-lo) per tal d'evitar l'última fase i tornar a les primeres fases.
- Declivi: el producte ja ha estat reemplaçat o la necessitat que cobria ja no existeix. En aquest punt molts pocs consumidors compren el producte i s'hauria de treure nous productes o serveis.

Per una altra banda, a part de tenir en compte el procés de vida d'un producte, també s'han d'analitzar els diversos canals de distribució, per tal d'aconseguir el més adequat per a cada producte. Alguns dels diferents canals de distribució que podem trobar són el canal directe (on el producte va del fabricant al usuari final sense passar per cap intermediari), mitjançant un o més distribuïdors (el distribuïdor és qui compra el producte i després el ven al client final), mitjançant agents comercials (els quals ajuden a trobar clients potencials).

Finalment, per tal d'aconseguir captar, retenir i fidelitzar als clients, s'han de realitzar estratègies de màrqueting. Cal tenir en compte que a través del màrqueting sovint es creen necessitats en el mercat gràcies als anuncis publicitaris, esdeveniments, etc. Per tal d'obtenir una estratègia idònia pel producte, s'hauran de tenir en compte tres aspectes rellevants: quin és el públic del producte, quin posicionament de la marca/producte es vol aconseguir en la ment del client i definir les variables que componen el màrqueting mix (producte, preu, comunicació i distribució).

Un cop definides les diferents fases del procés d'innovació en el disseny d'un producte, el següent pas serà veure quines metodologies i eines hi han actualment en el mercat que puguin ser eficaces en cada una de les fases.

6. Eines i metodologies per el disseny de producte.

Per tal de poder fer un model de gestió de disseny d'un producte nou i innovador en el context de la indústria 4.0, a continuació es realitza un estudi de les diferents eines i metodologies que existeixen. Aquestes eines i metodologies es presentaran seguin les fases del procés d'innovació que s'han detallat en el capítol anterior.

6.1. Generació de la idea.

En la primera fase del procés d'innovació del disseny d'un producte té lloc la generació de la idea o la identificació de la principal necessitat del mercat o del client. Per afrontar aquesta fase dues metodologies que es poden utilitzar per la generació d'idees són el *Brainstorming* i els Mapes Mentals.

***Brainstorming* (la tempesta o pluja d'idees)**

La creativitat i la capacitat per imaginar noves situacions i solucions són competències clau en el desenvolupament de nous productes [45, 46].

Les tècniques de creativitat s'utilitzen al llarg de tot el procés per solucionar problemes concrets o imaginar noves situacions de forma forçada. Abans d'aplicar-les és imprescindible crear condicions que afavoreixin la creativitat.

Les tècniques de creativitat es poden utilitzar amb diferents objectius, ja sigui per a la detecció d'oportunitats, per trobar solucions a reptes concrets o per obtenir el màxim d'informació sobre una realitat concreta. En aquest últim cas, es tracta d'una creativitat aplicada a l'anàlisi. Per a molta gent, el *brainstorming* és sinònim de les tècniques de creativitat.

Tècnicament, algunes de les tècniques de creativitat que s'apliquen en projectes de DNP les pot executar una sola persona. Malgrat això, executar-les en equip dona un resultat tan superior que aconsella desenvolupar-les sempre en un equip de dues persones o més. La generació d'idees es podria assimilar d'alguna manera a un esport. Exigeix una bona execució de les tècniques, un escalfament previ i un bon entrenament. És particularment important practicar periòdicament una de les tècniques per estar “en forma” en el moment en què l'equip necessita les idees urgentment.

Mapes Mentals

Els Mapes Mentals són un mètode d'anàlisi que permet organitzar amb facilitat els pensaments i utilitzar el màxim les capacitats mentals. És la fórmula més senzilla de gestionar el flux d'informació entre el cervell i l'exterior, perquè és l'instrument més eficaç i creatiu per prendre anotacions i els pensaments.

Es tracta d'una tècnica amb multitud d'aplicacions, com ara:

- Donar una visió global d'una àrea determinada.
- Permet orientar-se definint on estàs i a on vols anar.
- Permet agrupar una elevada quantitat d'informació en un esquema simple.
- Facilitarà la presa de decisions i la solució de problemes, mostrant nous camins.

Seguidament es detallen els passos a seguir:

1. S'agafa una fulla en blanc, depenen si el mapa és individual o grupal la mida de la fulla variarà.
2. Al centre s'escriu la idea o problema principal amb una paraula.
3. Del tema central o de la paraula es relacionen de forma ramificada temes relacionats amb el problema.
4. D'aquells temes poden sorgir imatges o paraules clau, que es tracen sobre línies obertes de forma automàtica, però clara. Les ramificacions crearan una estructura nodal.

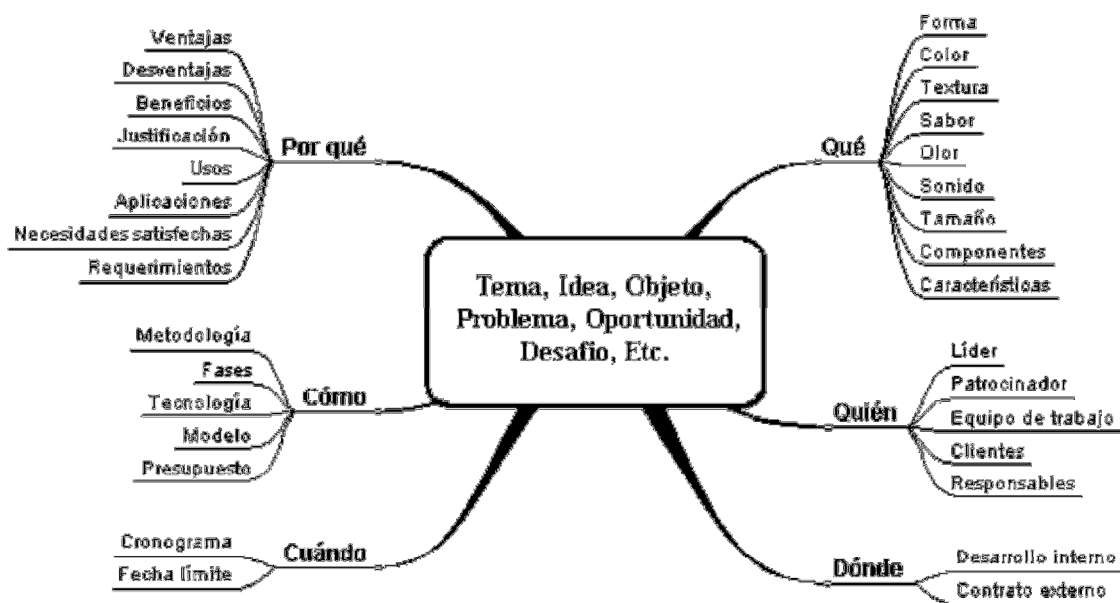


Figura 6.1. Mapa Mental [47].

A continuació es detallaran un seguit d'eines comercials de mapes mentals:

Eina	Cost
Mindmaps	Gratuïta
MapMyself	45€/any
Cmaptools	Gratuïta
Mindmeister	Tarifa personal: 6€/mes; tarifa professional: 10€/mes
Bubbls	Gratuït per un màxim de 3 mapes o 4,50€/mes

Taula 6.1. Eines comercials Mapes Mentals [Taula d'elaboració pròpia.].

6.2. Disseny analític

En la segona fase del procés d'innovació, és on es detecten les necessitats del client i es converteixen en especificacions tècniques per poder realitzar el disseny analític del producte. La metodologia encarregada de fer possible aquesta transformació de les necessitats del client és el QFD.

QFD

El QFD pot definir-se com un sistema estructurat que facilita el mitjà per identificar necessitats i expectatives dels clients. Generalment, aquestes necessitats s'expressen mitjançant criteris i amb un llenguatge fàcilment comprensible per a l'usuari (la “veu del client”). No obstant això, per al disseny del producte cal traduir aquestes necessitats en requeriments de disseny i enginyeria, que suposen una descripció objectiva del que el producte ha de fer i, per tant, de quin és l'objectiu a aconseguir per satisfer les necessitats del client [48].

Es desplega en l'etapa de planificació amb la participació de totes les funcions que intervenen en el disseny i desenvolupament del producte o servei.

Té dos propòsits:

- Desplegar la qualitat del producte o servei. És a dir, el disseny del servei o producte sobre la base de les necessitats i requeriments dels clients.
- Desplegar la funció de qualitat en totes les activitats i funcions de l'organització.

La figura de la pagina següent mostra una versió simplificada de la casa de la qualitat, que forma part de la metodologia QFD. En aquest diagrama es combina la matriu necessitat-indicador i una matriu en què es relacionen les especificacions mútuament (la “teulada” de la casa).

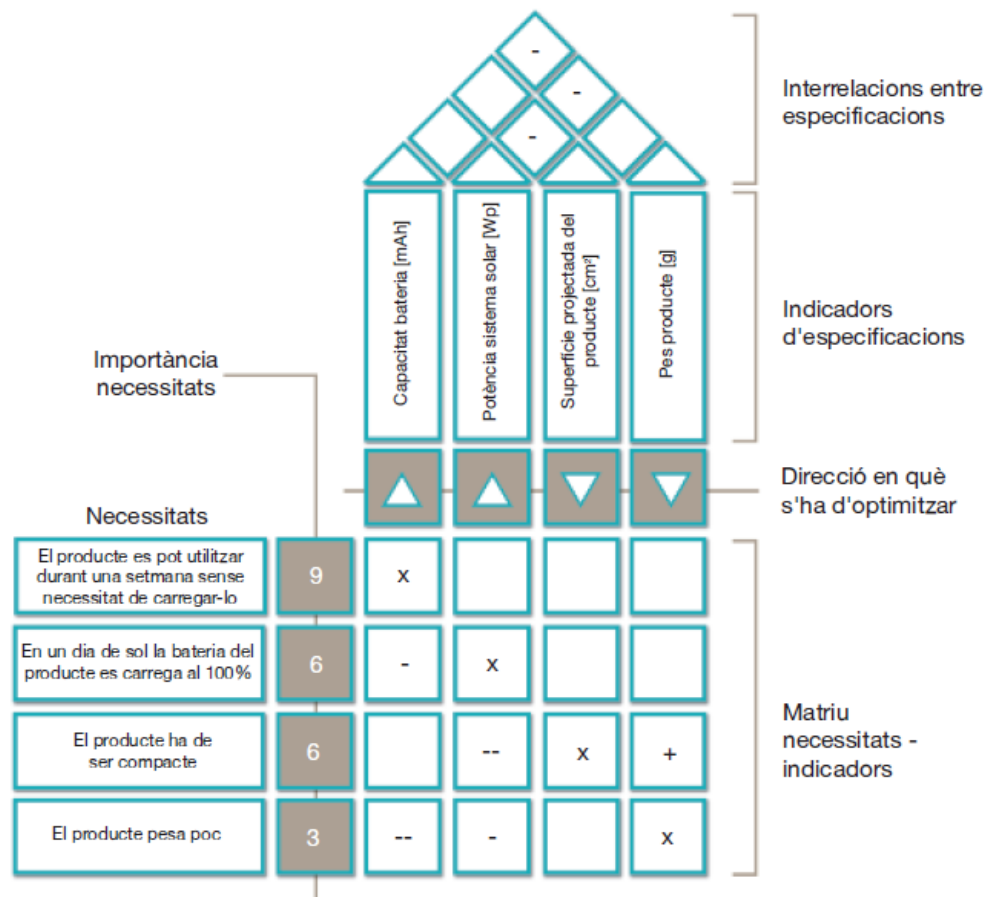


Figura 6.2. Versió simplificada de la “casa de la qualitat” [45].

La matriu necessitat – indicador marca, a més de les relacions entre els indicadors i les seves necessitats “d'origen” (marcades amb una x), les interrelacions “no intencionades”. Amb + o ++ indica les interrelacions favorables i amb - o -- les interrelacions desfavorables. A les caixes de la “teulada” es marquen les interrelacions positives (+) o inverses (-) entre les especificacions tècniques.

A continuació s'explica a grans trets com establir les especificacions tècniques de producte mitjançant una matriu necessitat – indicador.

1. Fer la llista d'indicadors.

A partir de la llista de necessitats, es considera cadascuna d'aquestes individualment, cercant una característica precisa i mesurable del producte que reflecteixi fins a quin punt el producte satisfà aquesta necessitat.

2. Recollir informació de productes similars existents en el mercat.

Com que molt probablement el producte haurà de competir amb altres en el mercat, és important fixar un posicionament del nostre producte respecte a la competència. Així doncs, és convenient fer una comparació (benchmarking) amb productes que hi competeixen i detallar per a cadascun els valors corresponents als indicadors especificats en la tasca anterior.

3. Establir el rang de valors objectiu que ha de complir cada indicador perquè el producte sigui acceptable.

A partir de la informació recopilada, l'equip ha d'establir el valor objectiu per a cada indicador. Els valors dels indicadors es poden establir de les formes següents:

- El valor que ha de tenir com a mínim.
- El valor que ha de tenir com a màxim.
- El rang de valors en el qual ha d'estar.
- El valor exacte que ha de tenir.
- Els valors discrets que podria prendre.

El valor objectiu s'estableix en funció de:

- Els objectius especificats per al producte.
- Els valors establerts en el disseny de productes competidors.

La casa de la qualitat és una eina que permet identificar les interrelacions contradictòries que conté una solució de disseny. A l'exemple, l'augment de la capacitat de la bateria millorarà el temps que es pot utilitzar el producte sense necessitat de carregar-lo, però té una influència negativa respecte a altres necessitats. L'equip haurà de prendre una decisió respecte a la capacitat de la bateria en la qual s'equilibri el grau de satisfacció de diferents necessitats.

A continuació es resumeixen uns passos que s'han de seguir per precisar l'especificació a partir de la matriu necessitat – indicador i l'especificació inicial:

1. **Analitzar les interrelacions englobades en el producte.** Basant-se en la “casa de la qualitat” s'identifiquen les interrelacions entre especificacions per “retraduir-les” posteriorment en necessitats que es reforcen mútuament o són contradictòries. Es presta especial atenció a les necessitats contradictòries.

2. **Predir les característiques clau del producte basant-se en models o prototips.**

Es creen dos taules on es vegin reflectits els diferents ordres d'importància tant de les **Necessitats** com de les **Especificacions** on facilitarà visualment l'obtenció de les especificacions tècniques obtingudes a partir de la relació de les **Necessitats** entre les **Especificacions** en funció de l'ordre d'importància.

- Directament vinculades els objectius del projecte.
- Importants per a la competitivitat del producte en el mercat.
- Importants per a la viabilitat tècnica i econòmica del producte.

Els models poden tenir un caràcter analític (prototip analític) o físic (prototip físic) i gairebé sempre només consideren una part del producte (prototip centrat).

3. **Adoptar un model de cost.**

S'adopta un model per estimar el cost del producte. En molts casos n'hi ha prou amb crear una estructura de cost basant-se en el model de comptabilitat que apliquen les empreses en el seguiment de productes actuals. Després s'estimen els costos a diferents nivells de l'estructura, basant-se en la informació disponible.

En la pràctica, és molt útil disposar de la informació de cost de productes existents i comparables des d'un punt de vista tècnic. Dins del model de cost, és important determinar clarament el model de valoració de la inversió que representa dissenyar i llançar al mercat el nou producte i el retorn al llarg de la vida estimada.

4. Precisar les especificacions.

Prèviament s'ha determinat un objectiu inicial per a cada especificació, en funció de les característiques de productes comparables.

Amb les eines desenvolupades en els passos 1, 2 i 3 s'avalua si aquestes especificacions són tècnicament i econòmicament viables i ben equilibrades. Es necessiten les especificacions basant-se en els resultats d'aquest pas.

5. Reflexionar sobre el resultat i el procés.

A continuació s'exposen algunes qüestions que cal considerar:

- El producte, tal com està especificat, correspon els objectius del projecte?

Des de la definició dels objectius del projecte s'han fet diferents “traduccions”, amb el consegüent risc que es produeixi una desviació. Val la pena verificar que l'especificació concorda amb aquests objectius i que els mateixos objectius encara són vàlids.

A més de fer aquesta verificació, és important tenir en compte les oportunitats que s'hagin descobert durant el procés.

- El producte, tal com està especificat, triomfarà en el mercat?

No és tan important superar els productes competidors quant a especificacions com, més aviat, retraduir aquestes especificacions al grau de satisfacció de necessitats i, per descomptat, al cost.

- Com és el grau d'exactitud respecte als models utilitzats?

L'especificació del producte es basa en gran part en els models emprats. Una confiança insuficient en aquests models per part de l'equip es tradueix, per exemple, en un producte sobre especificat, amb un cost elevat.

En aquests casos és recomanable invertir temps en el desenvolupament de models que permetin una millor comprensió del producte.

Com totes les eines és d'esperar que hi hagi tant punts a favor com punts en contra, a continuació es detallen primer els punts a favor i després el punts en contra.

Avantatges;

- Satisfà les necessitats del client.
- Redueix el temps de desenvolupament en un 50%.
- Redueix el temps de posada en marxa i els costos d'enginyeria 30%.
- És un eina de molta ajuda en la fase de disseny de producte.
- Organitza dades de forma lògica.
- Es pot utilitzar tant en productes, com en processos i serveis.
- Millora la relació client i empresa.

Inconvenients;

- Necessita entrar i analitzar grans quantitats de dades subjectives.
- La cas de la qualitat pot ser molt gran i complexa.
- La configuració dels valors en la casa de la qualitat és imprecís.
- Pots presentar ambigüitat en la veu del client.

6.3. Disseny detallat.

Una vegada transformades les necessitats del client en especificacions tècniques en aquesta fase del procés d'innovació per dissenyar un producte, es realitza el disseny detallat del producte. Una metodologia que es pot utilitzar per realitzar aquesta fase és el DFMA juntament amb eines CAD, CAM i CAE.

DFMA (*design for manufacturing and assembly*).

El DFM (*design for manufacturing*) té com a objectiu millorar la viabilitat de fabricació del producte, a partir de considerar unes pautes determinades durant les primeres etapes del disseny dels productes [45].

En general, el DFM s'utilitza en el redisseny de productes, encara que també es pot utilitzar en el disseny de productes nous. Cal dir també que el DFM es pot utilitzar amb una doble visió:

- Comparar la viabilitat de fabricació de diferents dissenys.
- Millorar el disseny d'un producte per fer-lo més fàcilment fabricable.

Es considera que en les fases inicials del disseny d'un producte, el cost de les quals és relativament baix, es prenen decisions que comprometen una part molt important del cost de fabricació del producte final. El DFM pretén ajudar l'equip de disseny a prendre decisions beneficioses per a la fabricació del producte des de l'inici del disseny.

El DFM es pot utilitzar des del disseny conceptual fins al disseny de detall, amb diferents objectius:

- Des del disseny bàsic: definició del concepte de producte i del mètode de fabricació.
- Fins a l'enginyeria: recerca d'un compromís entre el disseny del producte i el mètode de fabricació.

El concepte de viabilitat de fabricació és ampli i no sols inclou els costos directes de producció, sinó també altres paràmetres. Per exemple, un disseny que tingui costos de fabricació molt baixos pot ser poc apte si, per exemple, el seu lead time és molt alt o la qualitat és inferior a la requerida. A la taula es recullen els aspectes que tenen influència en la viabilitat de fabricació d'un producte determinat.

Aspecte	Explicació i exemples
Costos directes	Costos que s'atribueixen directament al producte: <ul style="list-style-type: none"> • Material, mà d'obra en producció, ús de béns de producció. • Serveis externs necessaris per al desenvolupament, la producció i la comercialització del producte.
Costos indirectes	Costos que no s'atribueixen directament a un producte en concret: <ul style="list-style-type: none"> • Altres funcions dins de l'empresa: R+D, compres, qualitat, màrqueting, gerència...). • Instal·lacions (immobles, emmagatzematge, béns d'ús comú).
Qualitat	Capacitat del producte per complir les especificacions.
Flexibilitat	La capacitat d'adaptar-se a canvis del producte final: <ul style="list-style-type: none"> • Creació de derivats en funció de canvis en el mercat o de necessitats dels usuaris. • Millora contínua. • Canvis causats per problemes en la compra de components.
Riscos	Risc implícit a un determinat disseny de producte pel que fa a la fabricació: <ul style="list-style-type: none"> • Dependència d'un proveïdor. • Ús de tècniques o materials amb els quals l'empresa té poca experiència o coneixement.

Aspecte	Explicació i exemples
Lead Time	Temps que es tarda a fabricar el producte, des de la comanda del client fins al lliurament.
Eficiència	<p>Eficiència en la utilització dels recursos humans i els actius de l'empresa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimitzar les operacions relacionades amb el producte que no aporten valor a l'usuari final. • Adaptar el producte als recursos humans de l'empresa. • Adaptar el producte a l'equip, les eines i els utilitats de l'empresa.
Efectes mediambientals	<p>Efectes mediambientals d'un determinat procés de fabricació:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilització d'energia. • Utilització de materials, líquids o gasos tòxics. • Producció de soroll.

Taula 6.2. Aspectes per a la viabilitat de fabricació [45].

El disseny del producte escollit té conseqüències en cadascun d'aquests aspectes. Per tant, haver-los tingut en compte facilita no només la comparació d'alternatives de disseny, sinó també la definició dels objectius del projecte.

En el desplegament del DFM s'utilitzen diferents tipus d'eines que poden ser genèriques o pròpies de l'empresa: pautes de disseny (per exemple, tipus “bé / malament”), mètodes o procediments i *software*. Aquestes eines es fonamenten en una base de dades que pot ser genèrica o pròpia de l'empresa. La taula següent n'exposa alguns exemples:

Tipus d'eina	Exemples d'eines genèriques	Exemples d'eines pròpies de l'empresa
Principis de disseny	<p>Pautes referents a l'assemblatge de productes.</p> <p>Pautes sobre la geometria de peces injectades.</p>	<p>Pautes per a l'ús d'eines preferibles.</p> <p>Pautes per a l'ús de peces de catàleg.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Group technology</i>, pautes per al disseny de <i>building blocks</i> o peces aptes per a una determinada cèl·lula de producció flexible.
Mètodes / procediments	Diversos mètodes DFA (disseny per a assemblatge), per exemple, el mètode de Boothroyd and Dewhurst.	<p>Llistes de revisió per verificar la viabilitat de fabricació del producte a les instal·lacions de l'empresa.</p> <p>Procediments per verificar la “no-existència” d'una peça comparable a l'empresa.</p>
Informàtica	<p>Programes per simular processos de fabricació, per exemple, <i>moldflow</i>.</p> <p>Simulació ergonòmica de situacions en producció per mitjà d'un <i>dummy</i> digital.</p>	<p>Programes per simular el sistema productiu de l'empresa, per exemple, un robot de soldar.</p> <p>Programes per simular un procés de fabricació únic de l'empresa.</p>

Taula 6.3. Exemple d'eines per fer el desplegament del DFM [45].

El DFM forma part de l'enginyeria concurrent, la integració d'informació i el treball en equip transversal són clau per a la implantació del DFM. A continuació s'exposen algunes idees per començar la implantació del DFM.

Aprofundir al màxim en la fase de disseny conceptual.

És convenient dedicar tant d'esforç com sigui necessari al disseny conceptual, ja que és en aquesta etapa quan es prenen decisions que poden tenir conseqüències importants en la viabilitat de fabricació del producte. Per contra, sol ser una etapa que consumeix una part petita del cost final del producte.

Participar en el procés de fabricació per conèixer-lo a fons.

Per poder analitzar i fer un diagnòstic precís del procés de fabricació actual és indispensable tenir-ne un coneixement profund, i no hi ha millor manera d'aconseguir-ho que participant en aquest procés, a peu de fàbrica.

Muntar i desmuntar el producte per conèixer-lo a fons.

Una altra bona forma d'adquirir un coneixement profund del procés de fabricació del producte és desmuntar-lo i tornar-lo a muntar completament unes quantes vegades per veure quines de les operacions que cal fer són més costoses en termes de temps o de mitjans necessaris i poder incidir-hi especialment.

El disseny per al muntatge (DFA) és una eina fàcil i potent per començar el DFM.

En el DFA es documenta un producte en un gràfic que representa el muntatge de subasseblatges i peces. Aquesta estructura de muntatge representa un producte existent o el disseny d'un futur producte.

Per a cada peça o component es planteja si no seria possible integrar-la amb alguna de les peces ja muntades. A més, s'intenta eliminar les tasques del procés de muntatge en què no s'introdueixi cap peça, per exemple, girar el producte per introduir una peça d'un altre costat. Després s'optimitza cada component perquè sigui fàcil d'agafar, orientar, introduir i comprovar.

La intenció d'integrar components i disminuir així el nombre de peces, sovint té conseqüències positives en altres aspectes de la viabilitat de fabricació.

Una peça estalviada és una peça que no cal muntar, ni comprar, ni comprovar-ne la qualitat, ni emmagatzemar, ni cal disposar de recanvis...

Moltes eines del DFM serveixen per optimitzar un dels aspectes de la viabilitat de fabricació DFA, per exemple, optimitza el producte respecte al cost directe de mà d'obra. És molt important mantenir la visió transversal per solucionar realment problemes i no traslladar-los a una altra àrea.

Una idea comuna en l'anàlisi DFA, per exemple, és la integració de diverses peces en una peça difícil de fabricar. Així es trasllada el problema del muntatge a la fabricació de peces. Caldrà reflexionar si la reducció del nombre de peces justifica la inversió extra en la fabricació d'aquestes.

Els mètodes DFA més establerts són els de Boothroyd & Dewhurst i Hitachi.

El mètode de Boothroyd Dewhurst permet quantificar l'eficiència del disseny fent una anàlisi del producte. Aquesta eficiència compara el temps d'acoblament total d'un producte real amb un temps d'acoblament d'un producte ideal, determinat pels autors. L'eficiència del disseny pot ser utilitzada per comparar diversos dissenys i així avaluar les seves eficiència relatives. Val a dir que aquesta interpretació de la eficiència és avaluada només amb caràcter d'acoblament manual.

Per al desenvolupament d'aquesta metodologia cal tenir en compte dues consideracions:

- Cal tenir en compte que qualsevol peça pot ser candidata a ser eliminada o combinada amb altres peces de l'acoblament. La resta de les peces, que no poden ser eliminades, es denominen peces crítiques.
- Cal reconèixer el temps de manipulació i d'inserció dels components que formen el producte. Aquests temps vénen donats per una sèrie de característiques d'aplicació de la peça per part del treballador i els valors de temps vénen determinats per una sèrie de receptes heurístiques que finalment ens tornen el temps emprat.

El procediment a seguir si es vol analitzar un producte utilitzant aquest mètode, consta d'una sèrie de passos els quals es descriuen a continuació:

1. Obtenir els detalls del disseny

En aquest pas s'adquireixen coneixements detallats sobre el producte analitzat. Aquesta adquisició de coneixements pot venir donada per plans, vistes 3D, el producte existent físicament o un prototip.

2. Disseny d'acoblament

És necessari identificar cada component del producte analitzant la possibilitat d'eliminar les parts o combinar-les amb altres per simplificar el disseny. És important considerar els subassembles com a peces i analitzar-los per separat. Aquest és el moment en què es defineix el nombre de peces crítiques que té el producte.

3. Re-Acoblat

Tornar a enganxar el producte prestant atenció als temps d'acoblament de cada peça, per així poder conèixer el temps que es triga en l'acoblament (manual) del producte. Aquest mètode compta amb que només es pot acoblar una peça al mateix temps, encara que en la realitat, de vegades, l'operari pot acoblar peces alhora amb cada mà, però si s'eliminés aquest temps d'acoblament, també caldria eliminar-lo del producte ideal, per tant es mantindria el valor de l'eficiència del disseny constant.

4. Calcular l'índex d'eficiència

L'últim pas és calcular l'índex d'eficiència del producte analitzat. Aquest índex mostra de forma percentual el valor del producte (a major valor del percentatge, millor disseny segons el mètode de disseny per a la fabricabilitat i l'acoblament). Aquest mètode és seqüencial de manera que per obtenir aquest índex cal haver realitzat els passos anteriors. Per al càlcul cal utilitzar la següent fórmula:

$$EM = \frac{3 * NM}{TM}$$

EM L'índex d'eficiència del disseny segons DFMA.

NM El nombre mínim de peces teòriques. Suma de peces crítiques.

TM Temps total emprat per l'operari per a l'acoblament.

CAD (*Computer Aided Design*)

L'eina CAD és un programa computacional per crear representacions gràfiques d'objectes físics, ja siguin en segona o tercera dimensió (2D o 3D). En el disseny industrial i de productes, el software CAD és utilitzat principalment per a la creació de models de superfície o sòlids en 3D o dibuixos de components físics basats en vectors en 2D. A més a més, l'eina CAD també s'utilitza en els processos d'enginyeria des del disseny conceptual fins el *layout* de productes, a través dels anàlisis dinàmics d'assemblatges i arribant a definir mètodes de fabricació. Això permet a l'enginyer a analitzar interactiva i automàticament les variants del disseny per trobar el disseny òptim mentre es minimitza l'ús de prototips físics.

Els beneficis de la utilització de l'eina CAD són els següents [49]:

- Millor visualització del producte final, dels sub-assemblatges parcials i dels components, permeten agilitzar el procés de disseny.
- Menors costos de desenvolupament de producte, gracies a l'elevada exactitud de forma que permet reduir els errors.
- Increment de la productivitat.
- Millora de la qualitat del producte.
- Menor temps de llançament al mercat (*time-to-market*).

A continuació, es detallaran una sèrie de softwares CAD:

Solidworks – CAD 3D: El software CAD en 3D de *SolidWorks* ofereix les següents funcions:

- Modelatge de sòlids en 3D: permet incrementar la productivitat i reduir costos gracies al modelatge de sòlids en 3D amb visualització real i proves virtuals abans de passar a la fabricació.
- Disseny de grans assemblatges: el software permet crear, gestionar i visualitzar dissenys grans i complexos (poden contenir mes de 100.000 peces).
- Disseny de xapa metàl·lica: permet crear de manera rapida i rentable una varietat de dissenys de peces de xapa.
- Peces soldades: permet crear ràpidament dissenys amb extrusions i dissenyar llistes de talls i de materials per millorar els processos de disseny i fabricació d'estructures soldades, marcs i bases.

- Disseny de peces de plàstic i de fosa: permet desenvolupar ràpidament dissenys de peces de plàstic que compleixin amb els requisits d'estètica, rendiment de producte i viabilitat de fabricació.
- Disseny de motlles: el disseny de motlles es simplifica amb un disseny de productes, un disseny de motlles i una validació totalment integrada que actualitzen tots els arxius de peces automàticament per permetre canvis just abans de la fabricació final.
- Disseny de conductes i malles de cables elèctrics: es pot afegir fàcilment sistemes de cables, malles i conductes al disseny, inclòs planificacions de rutes i llistes de materials completes.
- Disseny de canonades i tubs: al garantir la facilitat de fabricació, assemblatge i manteniment amb el disseny en 3D de sistemes de canonades, sistemes hidràulics, sistemes pneumàtics i altres sistemes, es pot accelerar el desenvolupament de productes i estalviar temps.
- Importació i exportació amb CAD: permet convertir fàcilment les dades de CAD en un format que compleixi els requisits de disseny.

Actualment hi han tres paquets de CAD 3D, *SolidWorks* Standard, *SolidWorks* Professional i *SolidWorks* Premium. Els tres paquets tenen un cost econòmic, el qual s'ha de demanar un pressupost [50].

AutoCAD: Algunes de les funcions que ofereix el software *AutoCAD* 2018 son les següents [51]:

- Modelatge de sòlids, superfícies i malles: permet crear models 3D realistes del disseny mitjançant una combinació d'eines.
- Navegació 3D: permet orbitar, pivotar, recorre i volar al voltant d'un model 3D.
- Plans de secció: permet crear plans de secció per mostrar vistes de secció transversal a traves de sòlids, superfícies, malles o regions.
- Exploració 3D i núvols de punts: permet adjuntar arxius de núvols de punts adquirits mitjançant escàners làsers 3D o altres tecnologies per crear representacions 3D.
- Vistes base, projectades i de secció: A partir de models 3D es poden generar dibuixos 2D, incloent vistes base, projectades, de secció i de tall.

- Restriccions paramètriques: es poden aplicar restriccions geomètriques i per cota per mantenir les relacions entre la geometria del dibuix.
- Acotació intel·ligent: permet crear acotacions de forma automàtica de tal forma que simplement posant el cursor sobre un objecte seleccionat permet obtenir una vista preliminar abans de crear-la.

El cost del software AutoCAD per Windows es mostra en la següent figura:

☒ AutoCAD ☐ AutoCAD para Mac

AutoCAD®
Software para CAD en 2D y 3D

- Acceso a las versiones de software más recientes
- Obtenga soporte web directo (vea todas las ventajas para suscriptores)
- Incluye la aplicación para dispositivos móviles de AutoCAD
- Disponible para Windows de 32 bits y de 64 bits (consultar los requisitos del sistema)

<input checked="" type="radio"/> Mensual	€ 185
<input type="radio"/> 1 AÑO	€ 1.470
<input type="radio"/> 2 años	€ 2.795
<input type="radio"/> 3 años	€ 3.970

Figura 6.3. Cost del Software Autocad [52].

CAM (*Computer-Aided Manufacturing*)

La fabricació assistida per ordinador (CAM) fa referència a l'ús del control numèric (NC), que són les aplicacions de software per crear instruccions detallades (G-codi) que portin les eines d'unitat de control numèric (CNC) a la fabricació de peces, calculant les trajectòries de l'eina per aconseguir el mecanitzat correcte. Els fabricants de moltes indústries depenen de les capacitats CAM per produir peces d'elevada qualitat, com ara l'empresa Siemens, la qual ha desenvolupat el software *NX Cam* [53].

A l'eina CAM s'estudien els mitjans amb els que es fabricarà el producte, els temps i mètodes de fabricació. Aquest procés es realitza per mitjà d'un software de simulació de mecanitzat, el qual es basa en: la informació de la geometria de la peça (obtinguda a partir del dibuix de la peça, realitzada en 2D o 3D mitjançant un sistema CAD), la tipologia d'operació desitjada, l'eina elegida i les condicions de tall definides.

L'eina CAM és una part integral de la gestió del cicle de vida del producte (PLM) i juga un paper crític en la fabricació inicial per la introducció de productes i la producció a llarg termini. Utilitzat junt amb el disseny assistit per ordinador (CAD), l'enginyeria assistida per ordinador (CAE), la fabricació digital i la gestió de dades de productes (PDM), el cicle de vida de tot el producte pot ser optimitzat per la idoneïtat, fiabilitat i rendibilitat.

Els beneficis de l'eina CAM inclouen un pla de producció ben definit que ofereix els resultats esperats en la producció. Com a resultat directe s'aconsegueix fabricar series inter-mitges de peces a costos comparables a les de grans series, a part de presentar la possibilitat d'utilitzar nous enfocaments en l'organització de la producció. Alguns beneficis que aporta l'ús de l'eina CAM son els següents:

- Els sistemes CAM poden maximitzar la utilització d'una gama completa d'equips de producció, incloent els d'alta velocitat, 5 eixos, de múltiples funcions, maquines de tornejat i mecanitzat de descàrrega elèctrica (EDM).
- Ajuden a la creació, verificació i optimització de programes NC per la productivitat de mecanitzat òptim, axis com automatitzar la creació de la documentació.
- Els sistemes CAM amb la integració de la gestió del cicle de vida del producte (PLM), poden proporcionar serveis de planificació de fabricació i de producció amb les dades i gestió de processos per assegurar l'ús correcte de les dades i els recursos estàndards.
- A l'utilitzar l'eina CAM, es poden eliminar errors del treballador al realitzar les operacions amb la màquina, reduir costos de fabricació al reduir el desgast i ruptura dels elements de tall i reduir el temps a l'hora de programar el control numèric de la màquina o eina [54].

Alguns exemples d'aplicacions de software CAM son [55]:

- *NX Tooling i Fixture Design*: ofereixen un conjunt d'aplicacions automatitzades per el modelat i el disseny de motlles, eines de disseny de mobles i altres processos construïts sobre una base de coneixement de l'indústria.
- *CimatronE*: és un programa pel disseny i manufactura amb CAD/CAM integrat. L'aplicació és utilitzada per realitzar projectes de maquinat de peces i eines utilitzant operacions de torn, fresa, manufactura discreta i micro-fresat.
- *NX CAM*: ofereix tota la gama de funcions per fer front a la superfície de mecanitzat d'alta velocitat i el mecanitzat de 5 eixos. En la següent figura es mostren els serveis que ofereix aquest software:



Figura 6.4. Serveis del software NX CAM [56].

CAE (*Computer Aided Engineering*)

L'enginyeria assistida per ordinador (CAE) és una eina que s'encarrega del conjunt de programes informàtics que permeten analitzar i simular els dissenys d'enginyeria realitzats amb l'ordinador, o introduïts a l'ordinador, per valorar les seves característiques, propietats, viabilitat i rendibilitat. La seva finalitat és optimitzar el desenvolupament i els costos de fabricació, i reduir al màxim les proves per a l'obtenció del producte desitjat.

L'eina CAE avarca simulació, validació i optimització de productes i eines de fabricació. Els paràmetres que són freqüentment utilitzats en l'enginyeria mecànica per simulacions CAE son la temperatura, pressió, interacció de components i forces

aplicades. Aquests paràmetres són introduïts al programa CAE com una forma de veure si la peça examinada podria gestionar les limitacions del disseny.

Les àrees cobertes per l'eina CAE son les següents:

- Anàlisis d'estrès i dinàmica de components i acoblaments.
- Anàlisis termal i de fluids.
- Sistema multi cos (MBD) i cinemàtica.
- Eina d'anàlisis per la simulació de processos de fabricació.
- Optimització del procés de documentació.
- Optimització del desenvolupament del producte.
- Verificació intel·ligent de les inconformitats.

En general, les fases a seguir en una tasca d'enginyeria assistida per ordinador son les següents [57]:

1. Pre-procés: definit el model, axis com els factors ambientals que se'l hi aplicarien.
2. Anàlisis que resolgui el problema.
3. Pre-processament de resultats.

Alguns exemples d'aplicacions de software CAE son:

- *NX CAE – NX Nastran*: es tracte d'un software de l'empresa Siemens, el qual és un reconegut i avançat *solver* per elements finits (FEM). Ofereix solucions per l'anàlisi lineal, no lineal, de vibració, dinàmic, tèrmics, aeroelàstics, d'optimització, entre altres. Els serveis que ofereix aquest software es troben detallats en la següent figura:



Figura 6.5. Serveis del software NX CAE-NX Nastram [58].

- *SimScale*: es tracte d'una revolucionària plataforma *cloud-based* utilitzada per 70.000 enginyers professionals arreu del món. Dins de l'aplicació es poden trobar les següents plataformes: *Computational Fluid Dynamics (CFD)*, *Finite Element Analysis (FEA)* i *Thermal Analysis*.

L'aplicació és gratuïta per obra pública mentre que per professionals té un cost de 170€/mes, tal i com es pot observar en la següent figura:

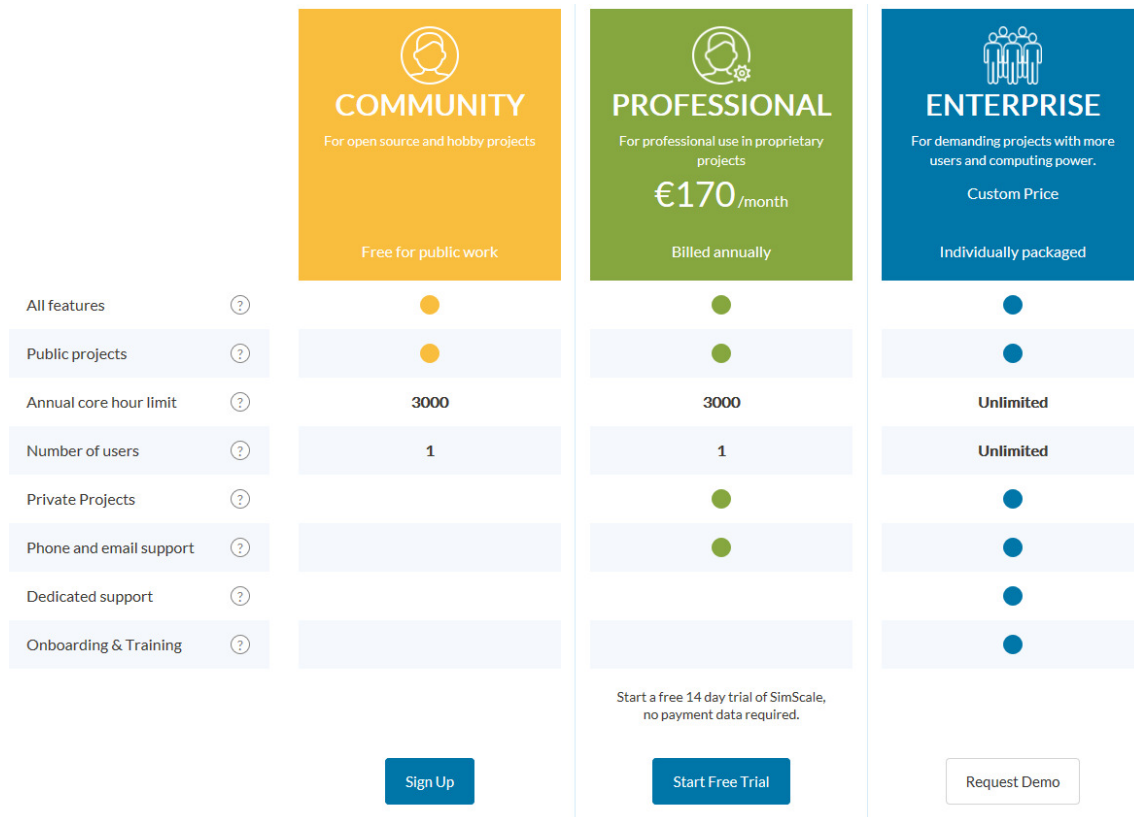


Figura 6.6. Costos del software SimScale [59].

- *Abaqus/CAE*: amb aquest software es pot eficientment crear, editar, monitoritzar, diagnosticar i visualitzar anàlisis avançats. El conjunt d'eines de personalització, ofereix una potent solució d'automatització de processos i opcions integrals de visualització que permeten als usuaris interpretar i comunicar els resultats de l'anàlisi [60].

6.4. Redisseny i producció.

En la quarta fase del procés d'innovació de disseny d'un producte s'intenta eliminar o disminuir els possibles errors que pugui tenir el producte. La metodologia AMFE pot ajudar a donar solució aquests possibles errors del producte, també es poden utilitzar les eines CAD esmentades en procés anterior.

AMFE (anàlisi modal de fallades i efectes).

L'AMFE és una eina per analitzar cada possible fallada potencial del producte o procés, les seves causes i els seus efectes per tal d'identificar punts crítics en el disseny del producte o procés [45,61,62]. La finalitat de l'AMFE és disminuir el nombre i la

gravetat de les fallades i millorar el disseny del producte i/o el disseny del procés productiu.

Com més aviat s'utilitza l'AMFE en el procés de desenvolupament de nous productes més possibilitats hi ha de poder eliminar les causes de potencials fallades. Per portar a terme l'AMFE cal conèixer les necessitats que té l'usuari respecte al producte, conèixer les funcions que complirà el producte i tenir alguna idea sobre el disseny del producte.

L'objectiu d'incloure l'AMFE en l'especificació del producte és conèixer el “valor negatiu” del producte, així com les fallades que impedeixen la satisfacció de les necessitats de l'usuari final

Els tipus de fallades que es poden produir són específics per a cada producte. És una bona pràctica fer un inventari de la fallada específica per al producte abans de començar-ne el disseny. Per a cada fallada potencial s'analitza a més la probabilitat que es produeixi i la gravetat. Així, l'equip es posa en condicions de formular pautes de disseny del producte amb l'objectiu d'evitar la idea de fallada i/o disminuir-ne l'efecte.

L'AMFE ajuda l'equip a inventariar i analitzar les fallades potencials que engloba un producte de forma sistemàtica. A continuació es recullen alguns conceptes importants:

- Elements de fallada (“patologia” de la fallada)
 - Forma de fallada: en què consisteix la fallada?
 - Efecte de la fallada: com afecta l'usuari?
 - Causa de la fallada: per què es produeix?
- Índexs AMFE
 - Severitat de la fallada (S): quina és la gravetat de l'efecte?
 - Probabilitat d'ocurrència (O): quina és la probabilitat que succeeixi?
 - Probabilitat de no-detecció (D): quina és la probabilitat de (NO) neutralitzar-la?

L'AMFE es fa en un procés pas a pas, els es detallen a continuació:

1. Definir l'abast de l'AMFE.

- Definir el producte, component, peça, servei que serà l'objecte de l'AMFE.
- Definir l'objectiu de l'AMFE, per exemple, disminuir fallades i/o els seus efectes en tot el cicle de vida del producte o en una fase determinada.

2. Identificar les funcions del producte.

Llistar les funcions del producte. Hi ha diferents eines que ajuden a identificar-les:

- Fer un arbre de funcions (una estructura jeràrquica en què es divideixen funcions en subfuncions, etc.).
- Fer un estudi de cicle de vida.
- Fer la llista de necessitats.

En aquest punt és important tenir en compte que algunes de les funcions del producte poden sorgir com a conseqüència d'un mal ús d'aquest.

3. Identificar les formes de fallada.

Per a cada funció definida en el pas anterior cal identificar totes les possibles formes de fallada.

Aquesta identificació és un pas crític, raó per la qual s'utilitzen totes les dades que puguin ajudar en la tasca:

- AMFE fets anteriorment per a productes/serveis o processos similars.
- Experiència que tenen els membres de l'equip
- Dades i anàlisis sobre reclamacions de clients tant interns com externs.

A més a més es poden fer *brainstorms* per identificar possibles formes de fallada.

4. Determinar els efectes potencials de la fallada.

Per a cada forma potencial de fallada s'han d'identificar totes les possibles conseqüències que aquestes puguin implicar per a l'usuari, tenint en compte els diferents usuaris ("actors") que un producte pot tenir en les diferents fases del seu cicle de vida.

5. Determinar las causas de la fallada.

Per a cada forma de fallada s'han d'identificar totes les possibles causes, ja siguin directes o indirectes.

6. Identificar sistemes de control.

En aquest pas s'han de buscar els controls dissenyats per tal de prevenir les possibles causes de la fallada o bé (...) per detectar la forma de fallada resultant.

7. Determinar els índexs d'avaluació per a cada forma de fallada.

- Índex de gravetat (S)
 - L'avaluació es fa en una escala de l'1 al 10 basant-se en la "Taula de gravetat".
 - Cadascuna de les causes potencials corresponents a un mateix efecte s'avalua amb el mateix índex de gravetat.
 - En el cas en què una mateixa causa pugui contribuir a diversos efectes diferents de la mateixa forma de fallada, se li assigna l'índex de gravetat més gran.

Descripció	Puntuació
No és raonable esperar que la fallada tingui un efecte perceptible.	1
La fallada és poc important i pot implicar una petita degradació de prestacions.	2-3
La fallada té un efecte moderat i pot causar incomoditat a l'usuari.	4-6
La fallada pot causar un alt nivell d'insatisfacció. No obstant això, aquest no afecta la seguretat ni el compliment de requisits legals.	7-8
La fallada crea possibles problemes de seguretat i/o infringir la Llei.	9-10

Taula 6.4.Índex de gravetat [45].

- Índex d'ocurrència (O)
 - L'avaluació es fa en una escala de l'1 al 10 basant-se en una "Taula de detecció".
 - Per a l'avaluació s'han de tenir en compte tots els controls utilitzats (o que es pensa utilitzar) per prevenir que es produeixi la causa de la fallada.

Descripció	Puntuació
Remota probabilitat d'ocurrència.	1
Molt poca probabilitat d'ocurrència.	2
Poca probabilitat d'ocurrència.	3
Moderada probabilitat d'ocurrència.	4-6
Alta probabilitat d'ocurrència.	7-8
Molt alta probabilitat d'ocurrència.	9-10

Taula 6.5.Index d'ocurrència [45].

- Índex de detecció (D)
 - L'avaluació es fa en una escala de l'1 al 10 basant-se en la "Taula de detecció".
 - Per determinar l'índex D se suposa que la causa de la fallada ha ocorregut i s'avalua la capacitat dels controls actuals per detectar-la o per detectar la forma de fallada resultant.

Descripció	Puntuació
Probabilitat remota de no-detecció. No seria raonable esperar que no es detecti el defecte.	1-2
Probabilitat escassa de no-detecció.	3-4
Probabilitat moderada de no-detecció.	5-6
Probabilitat alta de no detecció.	7-8
Probabilitat summament alta de no-detecció.	9
Amb tota certesa el defecte no serà detectat.	10

Taula 6.6.Index de detecció [45].

8. Calcular per a cada forma de fallada els nombres de prioritat de risc (NPR).

- Per a cada causa potencial de cadascuna de les formes de fallada potencials s'ha de calcular el nombre de prioritat de risc multiplicant els índexs de gravetat (S), d'ocurrència (O) i de detecció (D) corresponents.

$$\mathbf{NPR = S \cdot O \cdot D}$$

- El valor resultant pot oscil·lar entre 1 i 1.000; el valor 1.000 correspon al potencial de risc més elevat. El resultat final d'un AMFE és, per tant, una

llista de formes de fallada potencials, els seus possibles efectes i les causes que podrien contribuir a fer-les aparèixer, classificades segons uns índexs que n'avaluen l'impacte en l'usuari.

9. Interpretació dels resultats de l'AMFE.

Els resultats de l'AMFE s'interpreten com a punts crítics per al disseny del producte. Basant-se en els punts crítics es formulen pautes útils per al disseny del producte, com ara *checklists* o principis de construcció.

No tots els punts crítics es tradueixen fàcilment en pautes de disseny.

Alguna fallada necessita una anàlisi profunda respecte a la causa i/o la forma de prevenir-la. Els resultats de l'AMFE ajuden l'equip a prioritzar i dirigir recursos a la investigació d'aspectes crítics del projecte.

6.5. Comercialització.

La cinquena fase del procés d'innovació tracta de controlar la comercialització i del cicle de vida del producte, per a dur a terme aquestes tasques és molt útil recolzar-se sobre la metodologia del PLM, que pot facilitar eines com la d'un ERP, que es fan servir per controlar el cicle de vida del producte.

PLM (*project lifecycle management*).

És important considerar la possibilitat d'utilitzar les noves tecnologies, especialment si es coneixen les capacitats existents en aquests programes per facilitar el procés de desenvolupament de nous productes. Particularment, la consideració de programes PLM [63].

La funció del PLM és la gestió de tota la informació referent als productes en totes les fases del seu cicle de vida: la planificació, el disseny, la producció, el suport i manteniment i la fi de la vida. Es tracta d'un programa transversal que és utilitzat per diverses persones en diferents departaments de l'empresa, tal com ocorre en el cas dels programes *customer relationship management* (CRM), *supply chain management* (SCM) i *enterprise resource planning* (ERP). El caràcter transversal fa que els programes PLM funcionin com a entorn digital per a l'enginyeria concurrent.

La compra i implementació de programes integrals de PLM inclou sovint grans inversions de temps i diners. A continuació s'exposen algunes reflexions que permeten avaluar la possibilitat d'invertir en un programa PLM:

Definir la finalitat de la implantació d'un programa PLM.

Els avantatges potencials de la implantació són els mateixos que els de la implantació de l'enginyeria concurrent: aconseguir una millor qualitat en els productes, reduir el *time-to-market*, millorar l'ús de recursos i millorar la comunicació transversal, entre d'altres la finalitat que persegueix l'empresa.

Avaluar el procés de disseny de nous productes actual de l'empresa.

S'analitza i valora el procés que utilitza l'empresa per desenvolupar nous productes en l'actualitat.

Algunes reflexions que cal tenir en compte són:

- Quins són els canvis necessaris en el procés de disseny de nous productes actual?
- Si no necessita canviar el seu procés de disseny de nous productes, l'empresa es planteja la implantació d'un programa PLM per agilitar el procés actual?
- Si l'empresa considera necessari canviar el procés de disseny de nous productes, seria millor canviar el procés prèviament a la implantació del programa PLM, o bé implantar les dues coses alhora?

Establir els objectius per a la implantació del programa PLM.

En funció de la finalitat i el procés de disseny de nous productes de l'empresa s'estableixen els objectius per a la implantació i els indicadors per mesurar-ne el compliment a posteriori. L'existència d'un objectiu que correspon a un problema molt eminent, la solució del qual es pot convertir en una killer application del programa, augmenta la probabilitat d'una implantació amb èxit.

Fer un pressupost realista.

Generalment, la compra de llicències, el manteniment de les aplicacions i la implantació del programa (formació, personalització, assistència tècnica) suposen, cadascuna de les accions, un terç del cost total del canvi a PLM. Atès que el cost de l'assistència tècnica i la formació tenen un pes tan important, l'ús de programes senzills pot resultar més econòmic. A més, és important implantar el que realment necessita l'empresa, no el que ofereix el proveïdor del programa.

Decidir el tipus de llicència.

Els proveïdors de programes PLM utilitzen diferents tipus de llicència, la tradicional compra del programa i la subscripció (lísing), entre d'altres. A més, el programa pot ser instal·lat localment (a l'empresa) o en els sistemes del proveïdor. És important identificar els avantatges i desavantatges de cada solució, la inversió inicial necessària en cada cas i el cost a llarg termini.

Avaluar els diferents programes.

Basant-se en els passos previs, es defineixen els criteris que s'utilitzaran per avaluar els programes que s'ofereixen en el mercat. Un altre punt d'avaluació important és el servidor de banc de dades que inclou el programa. Un *database server* més comú dona més flexibilitat, per exemple, la possibilitat d'un canvi de programa sense pèrdua de dades.

Els programes PLM ofereixen una àmplia gamma d'aplicacions i funcionalitats [63]. No obstant això, la probabilitat d'èxit pel que fa a la implantació i la viabilitat econòmica depenen molt de la senzillesa del programa, la qual cosa no sempre és d'interès per al proveïdor.

CRM (*Customer Relationship Management*)

El terme CRM, s'utilitza en l'àmbit de màrqueting i es defineix com una estratègia orientada a la satisfacció i fidelització del client, la qual es centra en les relacions amb el client per conèixer les seves necessitats amb l'objectiu final de fidelitzar-lo. Es tracte d'un model de gestió de tota l'organització, centrant-se principalment en els clients. Per complir aquest objectiu, es van desenvolupar softwares que serveixen a les empreses per administrar les seves relacions amb els clients, mitjançant una base de dades amb la informació de gestió de vendes, clients, entre altres.

Un sistema CRM ha de tenir les següents característiques:

- Ha de ser personalitzable, es a dir, que l'empresa el pugui adaptar a les seves necessitats per tal de que la seva gestió sigui fàcil i senzilla.
- Ha de ser adaptable, poden accedir-hi ràpidament i des de qualsevol lloc.
- Ha de ser ràpid i intuïtiu, per tal de poder treballar amb fluïdesa.

- Ha de facilitar la comunicació interna de l'empresa. Totes les dades, moviments i activitats han d'estar registrats, permeten l'accés de tots els empleats que tinguin permís.

El major benefici d'un sistema CRM és que proporciona una atenció personalitzada amb el client, ajudant a la fidelització de clients i les empreses poden conèixer millor les seves necessitats i expectatives. Utilitzant aquesta eina, es podran realitzar estratègies de màrqueting mes eficaces gracies a que ajuda a segmentar el mercat.

Actualment, podem trobar les següents tipologies de CRM [64]:

- CRM operatiu: fa referència a la gestió de màrqueting, vendes i serveis al client, els quals, son denominats processos *Front Office*
- CRM analític: correspon a les diferents aplicacions i eines que proporcionen informació dels clients, pel que està lligat a una base de dades o informació denominada *Data Warehouse*. El seu ús és per la presa de decisions referents a productes i serveis, i avaluar resultats.
- CRM col·laboratiu: permet la interacció amb el client a traves de diferents canals de comunicació (e-mail, telèfon, entre altres).

Un exemple de CRM que es pot trobar actualment en el mercat és el “SumaCRM”. L'objectiu del SumaCRM és tenir tota la informació dels clients en un únic lloc afegint a la fitxa de cada client les converses, e-mails, trucades, tasques realitzades o pendents de realitzar i negociacions. D'aquesta forma es pot obtenir un control total sobre l'activitat comercial de l'empresa, permeten monitoritzar el volum de vendes i la seva evolució. Referent al cost, els primers 30 dies és gratuïts i després té un cost de 16€/mes, on s'inclou el que es mostra en la següent figura [65]:

- ✓ Soporte ilimitado y en español, por email, chat y teléfono
- ✓ Ilimitados contactos
- ✓ Ilimitadas negociaciones
- ✓ Mucho espacio! 5 GB por usuario, para almacenamiento de documentos
- ✓ 100% "responsive": podrás acceder a SumaCRM desde móvil, tablet y ordenador
- ✓ Envío de emails desde el CRM
- ✓ Consultoría de ventas
- ✓ Agregar etiquetas a los contactos para filtrar de manera sencilla
- ✓ Agrupar a los usuarios (tu equipo) en grupos, por ej. Comerciales, Gerencia, etc
- ✓ Asignar tareas a otros usuarios y hacerles el seguimiento
- ✓ Importar contactos desde Gmail, Outlook, Excel, etc.
- ✓ Comunicación interna entre usuarios
- ✓ Informes de negociaciones por estado, tareas, períodos de tiempo, etc.
- ✓ Ilimitadas notas, comentarios y tareas
- ✓ Ilimitados casos (Gestión de Proyectos)
- ✓ Niveles de privacidad para perfiles de usuarios
- ✓ Adjuntar documentos a tus Contactos, Negociaciones o Casos
- ✓ Exportar contactos, emails, notas y reporte de tareas a Excel
- ✓ Segmentar tu base de contactos de acuerdo a múltiples tipos de filtros
- ✓ Personalizar campos de información de los contactos
- ✓ Categorizar las tareas, por ej. Reunión, Llamada, Seguimiento, etc
- ✓ Agrupar notas y comentarios bajo un mismo asunto

Figura 6.7. Característiques software SumaCRM [66].

SCM (Supply Chain Management)

L'eina SCM, es pot entendre com la unió de proveïdors i consumidors a través d'una cadena. L'objectiu principal és que els processos que afegeixen més valor a la cadena, estiguin integrats per tal d'evitar disconformitats.

A causa de la globalització dels mercats i de la producció, axis com l'evolució tecnològica, el cicle de vida dels productes es cada cop més reduït. Gracies a la innovació tecnològica, d'informació, comunicació i de transport, s'han desenvolupat mètodes i eines capaces de sincronitzar l'oferta i la demanda, per mitja de la coordinació entre proveïdors, productors i distribuïdors [67].

Per tant, el terme SCM fa referència a les eines i metodologies que tenen com a objectiu millorar i automatitzar el subministrament a través de la reducció de les existències i els terminis d'entrega, així com tenir un seguiment constant dels materials, la informació i les finances durant el procés que va del proveïdor al fabricant, al majorista, al minorista i finalment al consumidor. Les eines SCM es basen en informació sobre la capacitat de producció, la qual es troba en el sistema d'informació de l'empresa per fer comandes automàticament. Per aquest motiu, aquestes eines tenen una elevada correlació amb la gestió integral de l'empresa (ERP). En principi, una eina SCM permet rastrejar el pas d'una peça entre les diferents fases de la cadena de subministrament [68].

El flux de productes comprèn el moviment de les existències des de els proveïdors als clients, axis com les devolucions realitzades o necessitats de serveis. El flux d'informació fa referència a la comunicació de comandes i l'actualització de la informació sobre els estats d'entrega. Finalment, el flux financer està format per les condicions de crèdit, els calendaris de pagament i les disposicions de titularitat.

Actualment hi ha 2 tipus principals de software SCM [69]:

- Aplicacions de planificació: utilitzen algoritmes avançats per determinar la millor forma de processar una comanda.
- Aplicacions d'execució: realitzen un seguiment de l'estat físic de les existències, la gestió de materials i de la informació financera rellevant de les diferents parts involucrades.

Un exemple d'eina SCM, es el software SAP, el qual ofereix [70]:

- Gestió de la demanda: gestionar i analitzar els fluxos de la demanda per alimentar la planificació operativa i obtenir una major productivitat i satisfacció del client.
- Planificació i programació de la fabricació: mitjançant la integració de la planificació de la fabricació amb la programació es pot obtenir una menor inactivitat.

- Solucions de gestió de resposta i subministrament: alinear la planificació i l'execució en temps real.
- Gestió de dipòsits: automatització de les operacions de depòsit i distribució, com processos interns i externs, emmagatzematge i gestió i distribució del inventari.
- Xarxa de demanda: a través d'una visibilitat en xarxa de la demanda en temps real, es pot arribar a potenciar la cadena de subministrament, vendes i màrqueting.
- Gestió del transport: mitjançant l'ús de processos de gestió de transport optimitzats, es poden reduir costos i millorar el servei.
- Xarxa de respostes: a través de la col·laboració de la cadena de subministrament amb solucions de xarxa de respostes, es pot gestionar, controlar i respondre a les condicions canviants, aconseguint una reducció dels temps del cicle de planificació, els nivells d'inventari i augmentar la qualitat del servei.
- Planificació de vendes, inventari i operacions: integració dels processos de vendes, inventaris i operacions per tal de facilitar la presa de decisions, axis com anticipar-se al canvi i fer els ajustos necessaris per mitigar riscos i aprofitar noves oportunitats.
- Xarxa logística: connectar-se amb la xarxa de logística per maximitzar l'estratègia de distribució i complir amb les regulacions.

Adicionalment, mitjançant l'opció *partners* de SAP, els quals estan involucrats en la gestió de cadenes de subministrament, et poden ajudar a ampliar la solució per satisfer les necessitats úniques del negoci.

ERP (Enterprise Resource Planning)

L'eina ERP és un paquet de software que permet administrar tots els processos operatiu d'una empresa, integrant varies funcions de gestió en un únic sistema. Es basa en dos principis bàsics:

- Aplicacions informàtiques com nòduls independents, però perfectament compatibles en una única base de dades.
- Ús d'un motor de fluxos de treball que permeti definir totes les tasques d'un procés i gestionar la seva aplicació en tots els mòduls del sistema.

Per tant, un sistema ERP es compon de diversos mòduls que corresponen a cada una de les àrees de gestió i garanteix la unificació de la informació de conté, ja que només hi ha una única base de dades. D'aquesta forma, cobreix un ampli àmbit de gestió [71]:

- Gestió de compres
- Gestió de vendes
- Gestió comptable: comptabilitat de clients, de proveïdors, actius, personal, entre altres.
- Control de gestió
- Gestió de la producció (planificació, etc.)
- Gestió de l'inventari (logística)



Figura 6.8. Aplicacions d'un ERP [72].

Els objectius principals dels sistemes ERP són:

- Optimització dels processos empresarials.
- Accés a la informació
- Possibilitat de compartir la informació entre tots els components de l'organització.
- Eliminar dades i operacions innecessàries del procés productiu.

Alguns dels ERP més coneguts son: SAP, PeopleSoft, Oracle, Bann, J.D.Edwards, SAGE i Navisión [72].

A mode il·lustratiu, a continuació s'explicarà el ERP de SAP:

El sistema de planificació de recursos (ERP) de SAP, ofereix les funcionalitats i tècniques detallades en les següents figures:



Figura 6.9. Funcionalitats tècniques del software ERP de SAP [73].

7. Cas pràctic.

En aquest capítol es presenta l'aplicació d'un cas pràctic el qual comença des de la generació d'una idea fins a la comercialització del producte escollit.

El que s'ha fet ha estat pensar en un producte i a partir d'aquí aplicar-li el procés d'innovació de disseny de producte dissenyat, passant per cada una de les fases.

S'ha escollit com a producte una ullera (de veure o de sol), ja que s'ha detectat que el producte es podria millorar aconseguint cobrir certes necessitats dels clients. Es dona per suposat que l'empresa ja és fabricant d'ulleres i per tal d'innovar dins del sector ha decidit tirar endavant la incorporació d'aquest producte a la seva cartera de productes.

Seguint el model de Klein com a model de procés d'innovació, el producte ha passat per 5 fases, les quals són analitzades en detall a continuació.

1. Generació d'idees

El primer pas a realitzar és generar la idea o identificar necessitats del mercat o dels clients. Per afrontar aquesta fase, s'ha optat per la utilització d'un mapa mental.

Tal i com s'ha comentat en el capítol anterior, a través del mapa mental s'ha pogut donar una visió general del sector de les ulleres, així com identificar nous camins de producció per aconseguir cobrir necessitats dels clients.

Per tal de realitzar el mapa mental, s'ha utilitzat el software *Mindmeister*, obtenint el mapa mental que es mostra en la figura 7.1.

El procés per realitzar el mapa ha sigut el següent:

- 1- Idea principal (Ulleres)
- 2- Elements que componen el producte, així com diferents models i altres característiques que han anat sorgint durant el procés.
- 3- De cada un dels elements, s'han pensat diferents característiques i qualitats que tenen.
- 4- D'algunes de les característiques i/o qualitats, s'han identificat més detalls específics addicionals.

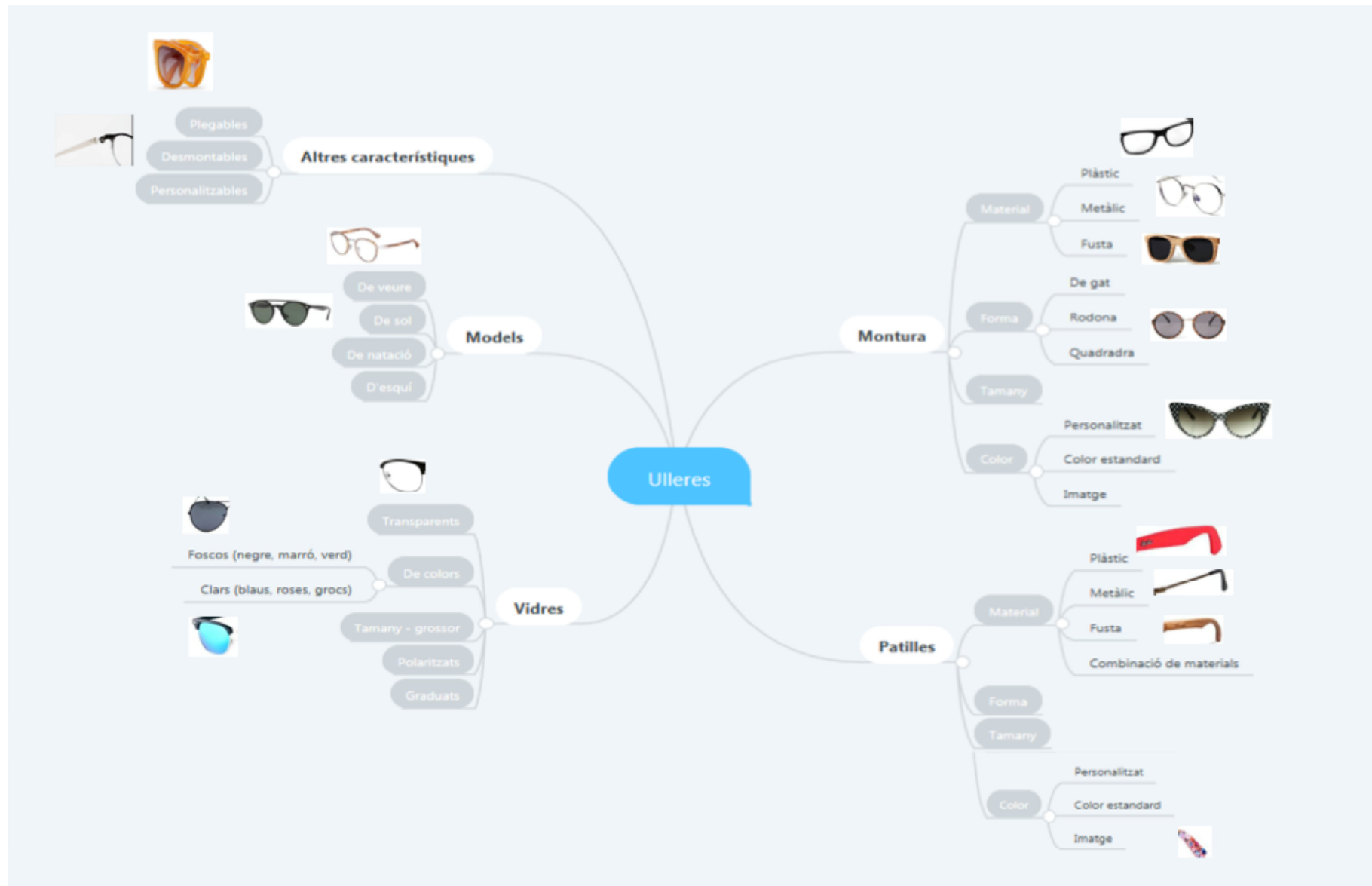


Figura 7.1. Mapa mental d'ulleres [Figura d'elaboració pròpia.]

Un cop realitzat el mapa mental de les ulleres, s'ha decidit orientar-se cap a les ulleres de veure o de sol, les quals comparteixen les mateixes característiques, a excepció de que els vidres, en el cas de les ulleres de veure sempre son graduats i generalment translúcids, mentre que en el cas de les de sol, els vidres solen ser de color (foscos o clars) i en ocasions son graduats. El motiu principal d'orientar-se cap aquest model d'ullera es que són les que tenen un mercat més ampli i continu durant tot l'any comparat amb els altres models (d'esquí, de natació, entre altres).

Després d'haver decidit que el producte a millorar seran les ulleres de veure i de sol, el següent pas en el procés d'innovació és obtenir un disseny analític.

2. Disseny analític

En aquesta fase del procés, és on es detecten les necessitats del client, les quals són convertides en especificacions tècniques per poder realitzar el disseny analític de les ulleres.

A continuació es passa a l'apartat d'enginyeria i disseny on s'haurà de dissenyar el producte i determinar-ne les seves especificacions tècniques, per això, l'eina perfecte és la coneguda com a QFD. Per tant, s'aplicarà aquest mètode.

Abans de començar s'haurà de pensar quina idea d'ulleres es vol crear, i això es podrà saber marcant uns certs QUÈS, que seran qui determinarà una mica les característiques del producte. Definint els QUÈS, s'obtenen les característiques següents:

- Què sigui lleugera
- Què sigui econòmica
- Què sigui fàcil de guardar
- Què tingui un bon disseny
- Què sigui resistent
- Que no tingui manteniment
- Què s'adapti be
- Què sigui exclusiva
- Què sigui personalitzable

Un cop determinats els QUÈS, es detallen els motius pels quals es necessiten aquestes característiques.

Es necessita una lleugeresa del producte perquè d'aquesta manera permetrà poder utilitzar-les durant un llarg període de temps sense que acabin fent mal.

Que el producte sigui econòmic, és una característica que en principi tot producte hauria de complir, tot i que hi ha casos en que el preu no afecta ja que està destinat a un *target* en concret.

Que sigui fàcil de guardar serà bàsic degut a que aporta simplicitat a la hora de posar-les dins la funda i a l'hora es busca que ocupin el menor espai possible un cop plegades.

El disseny del producte és un factor bastant decisiu ja que és el primer amb el que molts cops l'usuari es fixa.

La resistència és una característica que garanteix una elevada vida del producte i transmet seguretat a l'usuari.

El manteniment és un factor que l'usuari tindrà en compte, normalment, ja que el que majoritàriament es busca és tranquil·litat i practicitat amb el producte.

Que el producte s'adapti quasi a la perfecció, és una característica que tot client desitja, ja que es tracte d'un producte per dur tant en activitats d'oci com durant tot el dia, i per tant el client no vol patir molèsties.

L'exclusivitat és un factor que determina un cert rang de la població, que redirigirà les característiques de l'usuari final.

L'opció de poder personalitzar el producte moltes vegades soluciona i aporta moltes avantatges de cara als clients que volen un producte innovador i únic.

Per una altra banda cal saber com es compliran aquests requisits anteriorment comentats. Seguidament es detalla un llistat dels COMS:

- Material del producte
- Tenint un bon disseny
- Aconseguint un pes acceptable
- Una forma pràctica
- Una matèria prima de qualitat
- Una personalització
- Creant una innovació
- El color
- Manteniment

Una vegada definits cadascun dels QUÈS i dels COMS el següent pas serà introduir-los en la matriu. Es començarà pels QUÈS a la part esquerra i els COMS a la part superior. Seguidament, es procedeix a la valoració d'aquests, tenint en compte com afecta el

COM respecte el QUÈ. Es valorarà entre 0 i 5, on 0 és que no té cap afecte i 5 afecta amb la seva totalitat. En la figura 7.2. es mostra aquests punts valorats.

Material									
Disseny									
Pes (Gr)									
Forma									
Materia prima de qualitat									
Personalització									
Innovació									
Color									
Manteniment									
QFD (Quality Function Development)	Material	Disseny	Pes (Gr)	Forma	Materia prima de qualitat	Personalització	Innovació	Color	Manteniment
	IMPORTÀNCIA PEL CLIENT	Ulleres de veure	Ulleres de sol	Ulleres de piscina	Ulleres d'esquí	Ulleres personalitzades	OBJECTIUS	ARGUMENT DE VENDA	PONDERACIÓ ABSOLUTA
Què sigui lleugera	5	4	5	1	2	3	4	0	0
Què sigui econòmica	3	3	3	3	5	4	3	2	2
Què sigui fàcil de guardar	3	4	4	3	2	2	5	0	1
Què tingui un bon disseny	3	5	2	5	3	5	2	4	1
Què sigui resistent	4	4	3	3	5	3	4	0	4
Que no tingui manteniment	4	1	2	1	4	2	4	0	5
Què s'adapti be	3	4	4	4	3	3	4	0	1
Què sigui exclusiu	3	3	2	2	3	5	4	1	1
Què sigui personalitzable	2	5	3	3	3	5	3	2	2
PONDERACIÓ ABSOLUTA									
PONDERACIÓ RELATIVA (%)									
ORDRE IMPORTÀNCIA									
Ulleres de veure									
Ulleres de sol									
Ulleres de piscina									
Ulleres d'esquí									
Ulleres personalitzades									
ESPECIFICACIONS TÉCNIQUES									

Figura 7.2. Relació entre els QUÈS i els COMS. [Figura d'elaboració pròpia.]

Un cop realitzat aquest pas, anàlogament, es detallaran els objectius que es volen complir respecte els QUÈS, els quals estan representats mitjançant dues columnes de color més fosc.

La primera columna, representa la importància del client, és a dir, com valora el client els aspectes que s'estan utilitzant en l'anàlisi, i la segona, és un argument de ventes, és a dir, valora si el desenvolupament de cada QUÈ pot arribar a convertir-se en un argument per facilitar les ventes.

L'argument de ventes es farà entre 1 i 1,5 on:

- 1 argument dolent de venta
- 1,2 no aporta valor en el procés de venta
- 1,5 bon argument de venta

Ha arribat el punt on s'han de calcular les ponderacions absolutes i relatives. Es començarà pels QUÈS on es farà el producte següent:

$$\begin{aligned} \text{Ponderació absoluta}_{QUES} \\ = \text{objectius} * \text{importància del client} * \text{argument de ventes} \end{aligned}$$

D'aquí se'n traurà la ponderació relativa i s'expressarà en tant per cent, obtenint d'aquesta manera un ordre d'importància dels QUÈS.

Anàlogament es farà pels COMS però aplicant un altre producte;

$$\text{Ponderació absoluta}_{COMS} = \sum_{j=1}^{10} \text{Val. relativa}_{QUES_i} * \text{COMS}_{i,j}$$

Un cop s'obté un ordre d'importància, se n'extreuen les conclusions a partir d'un rànquing, el qual es mostra en les següents taules:

QUÈS		
Posició	QUÈ	Ponderació relativa (%)
1	Què sigui fàcil de guardar	17,1%
2	Què s'adapti be	17,1%
3	Què sigui resistent	13,7%
4	Què tingui un bon disseny	13,7%
5	Què sigui econòmica	10,3%
6	Què sigui personalitzable	10,3%
7	Què sigui lleugera	7,7%
8	Què sigui exclusiu	6,2%
9	Què no tingui manteniment	4,1%

Taula: 7.1. Importància dels QUÈS. [Taula d'elaboració pròpia.]

COMS		
Posició	COMS	Ponderació relativa (%)
1	Disseny	14,5%
2	Innovació	13,5%
3	Personalització	12,8%
4	Matèria prima de qualitat	12,0%
5	Material	11,8%
6	Pes (Gr)	11,9%
7	Forma	11,5%
8	Manteniment	6,5%
9	Color	5,3%

Taula: 7.2. Importància dels COMS. [Taula d'elaboració pròpia.]

Finalment, a partir dels rànquings i dels valors resultats, se'n treuen les especificacions tècniques que haurà de tenir el producte, les quals, basant-se en l'ordre d'importància, son detallades a continuació:

- 1) El disseny; el disseny ha de garantir bastantes qualitats del producte, com ara confortabilitat i personalització, entre altres aspectes i per això se li assigna el pes més elevat.
- 2) La innovació; un aspecte bastant valorat on el que es busca és aconseguir un elevat nivell de comoditat a l'hora que s'obté una ullera amb característiques les quals són difícils de trobar actualment en el mercat.
- 3) La personalització; un aspecte altament valorat en el que es busca una ullera on les dues peces principals es puguin intercanviar (muntura frontal i les patilles) i obtenir diverses combinacions, axis com la possibilitat de poder dissenyar-la al gust de cada client.
- 4) La matèria prima de qualitat; aquesta especificació està relacionada amb el material del producte però requereix una atenció especial ja que quan es parla del material es fa referència als materials usats i aquest punt es refereix a que, sigui el material que sigui, ha de tenir una excel·lent qualitat.
- 5) El material; el producte que s'està creant haurà de tenir un material de bona qualitat per tal d'obtenir una bona resistència i que el producte tingui un cicle de vida molt llarg.

- 6) El pes; aquesta especificació no té una importància elevada. El que es busca és un producte relativament lleuger ja que habitualment, les ulleres de veure són utilitzades durant llargues jornades.
- 7) La forma; aquesta especificació es refereix a que la forma del producte ha de ser la que permeti una manera efectiva de subjecció així com comoditat. Dins del món de les ulleres, es poden trobar diverses formes que van des de rodones fins a ull de gat.
- 8) El manteniment; el producte no ha de tenir manteniment, tot i que no és el requeriment més elevat pels clients.
- 9) El color, aquesta especificació tècnica és de poca importància i es podria valorar com a irrellevant.

A continuació, en la figura 7.3. es mostra la casa de la qualitat del producte:

Material	-									
Disseny	++	-								
Pes (Gr)	+	++	--							
Forma	++	-	+	-						
Materia prima de qualitat	-	++	-	++	+					
Personalització	++	-	+	+	+	+				
Innovació	-	-	-	-	-	++	-			
Color	+	-	-	-	+	-	-	-		
Manteniment										
QFD (Quality Function Development)	Material	Disseny	Pes (Gr)	Forma	Materia prima de qualitat	Personalització	Innovació	Color	Manteniment	
Què sigui lleugera	5	4	5	1	2	3	4	1	1	
Què sigui econòmica	3	3	3	3	5	4	3	2	2	
Què sigui fàcil de guardar	3	4	4	3	2	2	5	0	1	
Què tingui un bon disseny	3	5	2	5	3	5	2	4	1	
Què sigui resistent	4	4	3	3	5	3	4	1	4	
Que no tingui manteniment	4	1	2	1	4	2	4	1	5	
Què s'adapti be	3	4	4	4	3	3	4	1	1	
Què sigui exclusiu	3	3	2	2	3	5	4	1	1	
Què sigui personalitzable	2	5	3	3	3	5	3	2	2	
PONDERACIÓ ABSOLUTA	323	395	326	315	327	349	369	144	178	
PONDERACIÓ RELATIVA (%)	11,8%	14,5%	11,9%	11,5%	12,0%	12,8%	13,5%	5,3%	6,5%	
ORDRE IMPORTÀNCIA	5	1	6	7	4	3	2	9	8	
Ulleres de veure	5	3	5	4	5	2	2	3	3	
Ulleres de sol	4	5	3	5	4	3	2	4	3	
Ulleres de piscina	5	5	5	3	5	1	5	1	3	
Ulleres d'esquí	4	3	3	4	5	1	4	1	3	
Ulleres personalitzades	3	5	3	5	3	5	3	5	3	
ESPECIFICACIONS TÉCNIQUES	4	4	3	3	4	4	5	1	2	

Figura 7.3. Anàlisi QFD [Figura d'elaboració pròpia.]

Finalment, s'obtenen unes característiques, que el producte que es vol crear haurà de complir. Addicionalment, després d'un anàlisi de les oportunitats i necessitats del mercat i gràcies al mapa mental realitzat en la fase de generació de l'idea, es decideix realitzar unes ulleres on la unió entre les patilles i la muntura frontal sigui a través d'una obertura que tindrà la patilla aconseguint reduir fases del procés productiu ja que s'estalvia els costos associats a la frontissa així com el cost de muntar-ho.

A més a més del mecanisme d'unió entre les dues peces, aquest model podrà ser dissenyat tant per ulleres de veure com de sol, tal i com s'ha mencionat anteriorment.

També s'oferirà als clients els següents aspectes a personalitzar, entre altres:

- Models: rodones, quadrades, i ull de gat, entre altres.
- Colors: s'oferirà una varietat de colors que aniran des dels més bàsics (negre, gris, blau, entre altres) sense cost addicional, als més extravagants (fosforescent, imatges, entre altres) amb un cost addicional.

Gràcies a produir unes ulleres on la unió entre la muntura i la patilla no sigui fixa, es podran cobrir les següents necessitats dels clients:

- Que sigui fàcil de guardar: el fet de poder desmuntar-les permetrà una manera més òptima de guardar-les així com aconseguir que ocupin un menor volum un cop plegades.
- Que sigui resistent: evitant la necessitat d'utilitzar peces d'acoblament externes (frontissa), en la situació de que recaigui un pes elevat a sobre, s'evitarà el trencament o doblegament del punt d'unió com passa amb les ulls que utilitzen frontisses.

3. Disseny detallat

Una vegada transformades les necessitats del client en especificacions tècniques, és necessari realitzar un disseny detallat de les ulleres. Aquesta fase es realitzarà mitjançant el software *Solidworks* (eina CAD) i la metodologia DFMA.

El primer pas a seguir ha estat dissenyar la ullera bàsica (utilitzant frontisses com a sistema d'unió entre la muntura frontal i les patilles), identificant tots els elements que la componen, així com el sistema d'acoblament que implica la frontissa. Posteriorment, s'ha procedit a dissenyar un prototip de la ullera millorada, on la unió entre la patilla i la

muntera frontal es realitza mitjançant uns forats que tenen les patilles, així com una muntera on totes les peces estan integrades.

En les següents figures es poden observar els dissenys de la ullera bàsica, així com la ullera millorada.



Figura7.4. Ulleres Bàsiques.[Figura d'elaboració pròpia.]

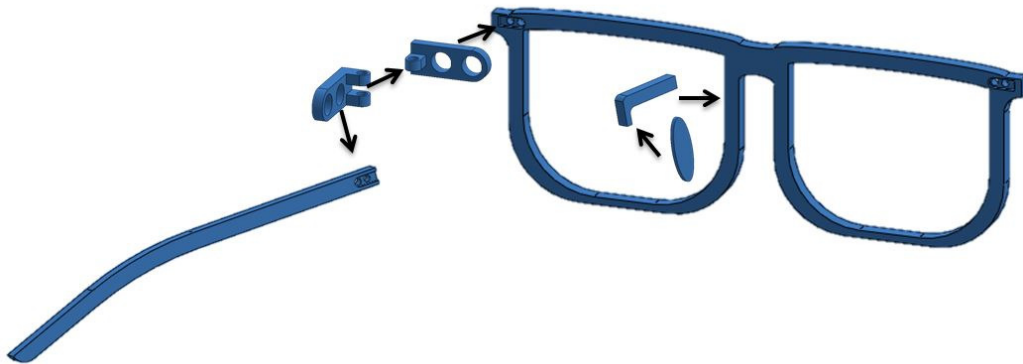


Figura7.5. Assemblatge Ulleres Bàsiques. [Figura d'elaboració pròpia.]



Figura7.6. Ulleres Millorades. [Figura d'elaboració pròpia.]

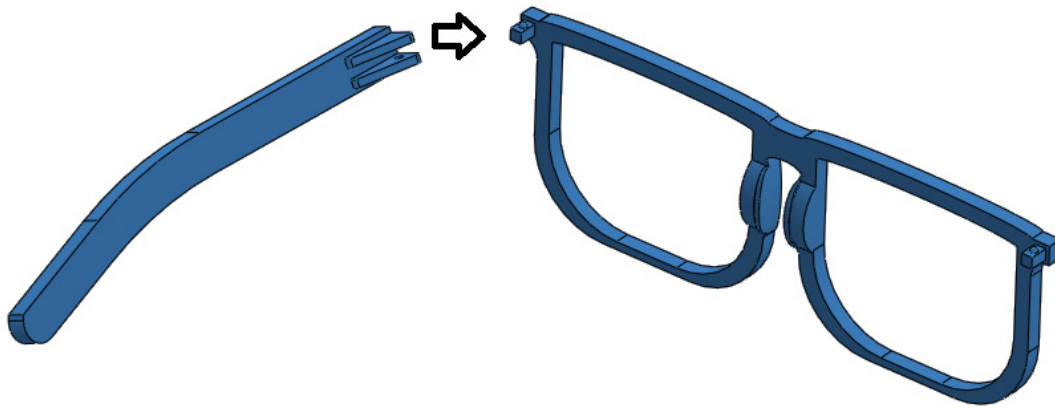


Figura7.7. Assemblatge Ulleres Millorades. [Figura d'elaboració pròpia.]

Un cop dissenyada la ullera bàsica i la millorada, es procedeix a fer ús de la metodologia DFMA, la qual, pot representar una ajuda en el disseny del producte i una reducció del seu cost de fabricació i muntatge.

La metodologia constarà de les següents etapes:

- 1) Inici del redisseny (pas realitzat prèviament mitjançant els mapes mentals i la metodologia QFD).
- 2) Anàlisi de les funcions de la maquinària que produirà el producte: en aquest cas s'ha optat per una impressora 3D.
- 3) Representació gràfica de les funcions tècniques de les ulleres (pas realitzat prèviament mitjançant l'eina *Solidworks*).
- 4) Redisseny de la fabricació i muntatge (segons directrius del DFA).
- 5) Simplificació i normalització de les tecnologies i variants de materials (segons directrius DFM).
- 6) Avaluació de la complexitat del disseny en base als materials utilitzats i les operacions efectuades.
- 7) Disseny del detall.

En la següent figura es mostra un esquema de la metodologia proposada:

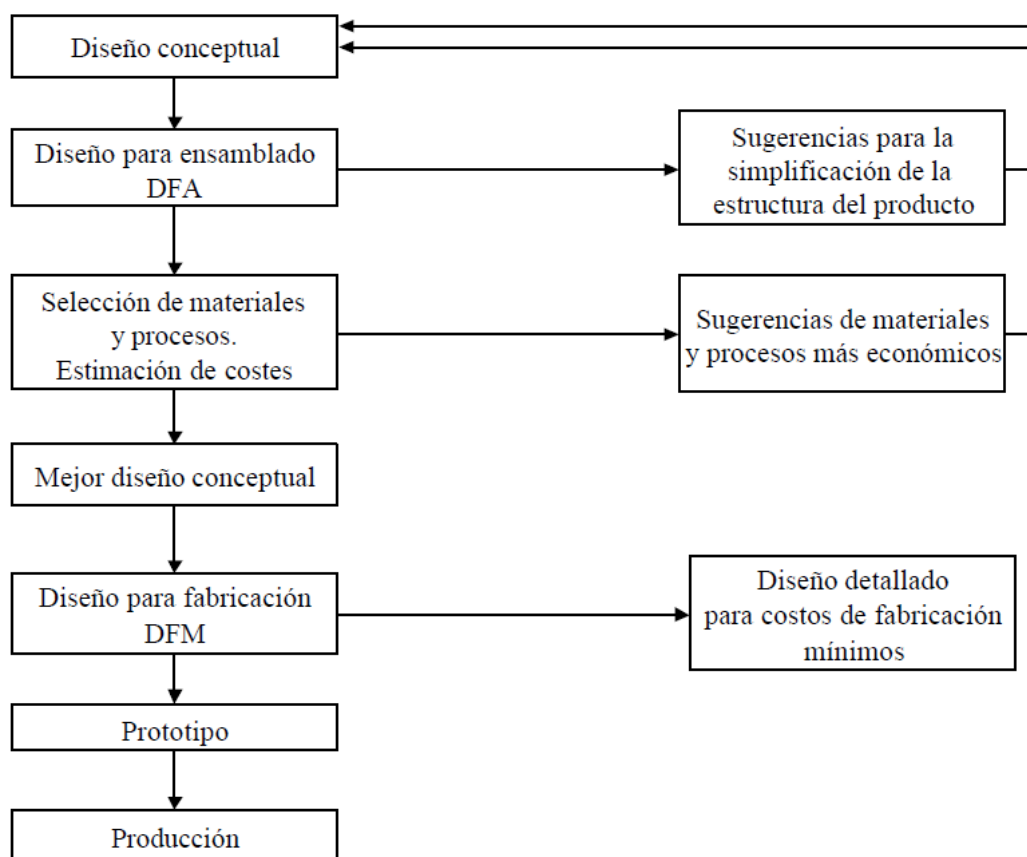


Figura 7.8. Diagrama DFMA [74].

Els principals objectius o requeriments del procés de muntatge i del disseny del producte, sobre els quals es basarà el disseny detallat son els següents:

- Simplificar el disseny, identificant les peces innecessàries, minimitzant el número de peces i dotant a les peces de multi funcions.
- Millorar la fabricació, disminuint les operacions de fabricació i fent ús de les noves tecnologies de la Indústria 4.0 de fabricació.
- Millorar les operacions de muntatge, disminuint el número d'operacions a realitzar, facilitant-les i disminuint el temps necessari per realitzar el muntatge.
- Assegurar les funcions de la impressora 3D, tot i que també es poden detectar millores en el disseny que impliquin canvis en les especificacions inicialment establertes.
- Mantenir la qualitat de la màquina i per tant del producte final.

Complint aquets objectius s'assegura la reducció de costos de fabricació i s'optimitza el seu procés.

A. Especificacions de la impressora 3D

Respecte el model d'impressora 3D seleccionat, els principals criteris de selecció han sigut els següents:

- Precisió, degut a que l'objectiu es imprimir la muntura frontal amb una peça on les patilles s'acoblaran a ella, la precisió és un aspecte clau per tal d'evitar possibles mal acoblaments, que poden arribar a comportar la ruptura del producte.
- Especificacions tècniques, en aquest cas se l'hi ha donat un pes important a la varietat de materials a utilitzar (ABS, fusta, entre altres) així com l'ús de més d'un color a l'hora. Addicionalment, també s'ha tingut en compte la velocitat d'impressió per tal de fabricar el màxim d'ulleres en una jornada laboral.
- Software, ja que l'objectiu es fer tot el procés de comandes a través d'una pàgina web o aplicació informàtica, s'ha buscat una impressora compatible amb els sistemes informàtics de la pàgina web i l'aplicació (app).
- Cost, aquest criteri s'ha tingut en compte a l'hora de comparar altres models amb especificacions iguals, però no ha sigut el factor principal per seleccionar el model d'impressora.

Un cop definits els criteris de selecció, s'ha fet una recerca dins el mercat i la decisió final ha estat adquirir la impressora *CubePro*, la qual té un cost de 3.890€.

A la següent taula es poden observar les principals especificacions de la impressora:




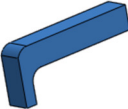
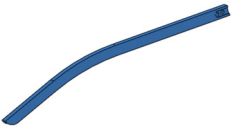



Tecnología:	PJP (Plastic Jet Printing)
Volumen de construcción:	285,4 x 270,4 x 230 mm
Espesor de capa:	0,07 mm
Materiales:	ABS, PLA, NYLON y MADERA
Soporte:	Totalmente automatizado, fácil de extraer bases y soportes
Dimensiones:	57,8 x 57,8 x 59,1 cm
Peso:	36 – 38,5 kg

Figura 7.9. Especificacions tècniques del model *CubePro* [75].

B. Identificació dels components d'una ullera (tant de veure com de sol)

Per tal de simplificar el disseny, el primer pas es fer un escandall de tots el components que conformen una ullera. Un cop identificats, el següent pas és a partir del mètode DFA de Boothroyd & Dewhurst, identificar l'existència de peces innecessàries i la possibilitat de minimitzar-les.

A la següent taula es mostren els components d'una ullera i quins components amb el nou projecte de fabricació es faran amb una impressora 3D.

	Número de peces	Elaboració impressora 3D	Il·lustració
Muntura frontal	1	Si	
Pont nasal	1	Si	
Plaqueta	2	Si	
Suport de la placa	2	Si	
Patilla	2	Si	
Frontissa (on s'acoblen les patilles)	4	Si	
Cargols de frontissa	2	Eliminació	
Rebló	8	Eliminació	

Taula 7.3. Components d'una ullera de veure o de sol. [Taula d'elaboració pròpia.]

El detall de cargols i reblons necessaris es el següent:

Element	Cargol	Rebló
Acollament entre la muntura frontal i la patilla	0	8
Cargol d'eix de la frontissa	2	0

Taula 7.4. Detall cargols i reblons. [Taula d'elaboració pròpia.]

C. Disseny d'acoblament

El següent pas, és identificar els diferents components que es poden millorar o inclús ser eliminats, per tal de simplificar el disseny. Aquest procés s'ha fet a través de la identificació de components que puguin ser impresos directament a la muntura o a la patilla, evitant així el cost i component d'acoblament.

La següent taula mostra els elements identificats a millorar o eliminar, explicant el mètode actual i el mètode resultant amb l'aplicació de la impressora 3D:

Component a estalviar o millorar	Procediment actual	Procediment amb la impressora 3D	Material estalviat
Plaqueta	Actualment, les plaquetes poden estar incloses a la muntura frontal o son peces separades les quals s'acoblen a la muntura mitjançant un suport de plaqueta.	Amb la fabricació a través de la impressora 3D, l'objectiu és imprimir directament la plaqueta a la muntura frontal.	- Suport plaqueta.
Pont nassal	Actualment, el pont nassal pot formar part de la muntura frontal o pot ser una peça addicional que fa d'unió entre les dues esferes de la muntura frontal.	Amb la fabricació a través de la impressora 3D, l'objectiu és que el pont nassal formi part de la muntura frontal, aconseguint que la muntura frontal estigui composta d'una única peça.	- Material per enganxar la peça a les esferes de la muntura frontal.
Frontissa	Actualment, s'utilitza una frontissa (formada per dues peces) per unir la muntura frontal amb les patilles.	L'objectiu és crear un mecanisme el qual no es necessiti la peça externa de la frontissa. Per aconseguir-ho, a la hora de fabricar la muntura frontal, els laterals tindran una peça, la qual s'acoblarà la patilla.	- Frontissa (2 peces per patilla), reblons i cargol frontissa.

Taula 7.5. Components a eliminar o reduir. [Taula d'elaboració pròpia.]

D. Millora i optimització del procés de fabricació.

Un dels aspectes claus del DFMA és aconseguir una millora de la fabricació mitjançant la disminució de les operacions de fabricació i fent ús de les noves tecnologies de la Indústria 4.0 de fabricació.

Un cop definits els components d'una ullera i haver identificat els components claus per tal de disminuir el número de peces necessàries per la seva fabricació, el següent pas és veure com aquesta disminució de peces afecta al procés de fabricació, és a dir, al re-acoblament.

Tal i com s'ha comentat en el punt anterior, s'han identificat 3 components que es poden simplificar i/o eliminar. Cadascun d'aquests components implica una millora i optimització del procés de fabricació ja que disminueix el nombre d'operacions necessàries. Aquesta millora es pot aconseguir gràcies a l'aplicació de la tecnologia de la impressora 3D, la qual permet acoblar directament certs components i produir un producte amb els forats necessaris per posteriorment fixar els components pertinents.

Adicionalment a la tecnologia de la impressora 3D, l'ús de les noves tecnologies informàtiques que caracteritza la Indústria 4.0, com ara la infraestructura *Google Cloud Platform*, permet la transmissió de les dades necessàries (com les especificacions de personalització de la ullera) de la pagina web o aplicació directament a la impressora 3D. Aquesta transmissió de dades entre les dues infraestructures, permet una millora en el procés de fabricació ja que fins ara, les màquines dissenyen un model estàndard i qualsevol modificació implica, que un operari modifiqui les especificacions de la maquinària al inici i al final de la fabricació (per tal de tornar a introduir les dades per la muntura estàndard).

A continuació s'adjunta una taula indiquen les millores en el procés de fabricació, basant-se en els components identificats en el punt anterior:

Procés que s'optimitza	Operacions de fabricació optimitzades i estalvis
Inclusió de la plaqueta i del pont nasal a la muntura.	<p>Al incorporar la plaqueta i el pont nasal en el disseny de fabricació de la muntura, s'elimina el procés d'unió de la plaqueta a cada esfera de la muntura i el procés d'haver d'unir les plaquetes entre les dues esferes.</p> <p>La eliminació d'aquests processos implica uns estalvis en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material (ja que s'eliminen els suports de les plaquetes). - Temps de muntatge (ja que s'eliminen tres passos de la cadena de

	<p>muntatge).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costos de personal (al haver menys processos de muntatge, el temps incorregut del personal disminueix).
Incorporació del mètode d'acoblament entre la muntura frontal i les patilles en els propis elements.	<p>Al incorporar el mètode d'acoblament entre la muntura frontal i les patilles en els propis elements, s'elimina el procés de cada una de les frontisses.</p> <p>La eliminació d'aquest procés implica uns estalvis en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material (ja que s'eliminen les frontisses). - Reblons i cargol de frontissa - Temps de muntatge. - Costos de personal. - Eliminació de la ruptura de les frontisses per mal acoblament i/o desgast del cargol o dels reblons.
Realització automàtica dels forats on anirà l'acoblament entre la muntura i la patilla.	<p>Al dissenyar tant la muntura com la patilla amb els forats adequats, s'elimina el procés posterior de haver de fer un a un cada un dels forats necessaris.</p> <p>La eliminació d'aquest procés implica uns estalvis en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temps d'elaboració dels forats. - Estalvi de material. - Costos de personal. - Cost de la maquinària necessària per fer els forats.
Ús de la interconnexió entre diferents infraestructures	<p>Al fer ús de les infraestructures informàtiques que ofereixen interconnexió entre les diferents infraestructures (pàgina web, app i impressora 3D), s'aconsegueix reduir la necessitat de tenir un operari modificant les especificacions tècniques cada vegada que es modifiqui alguna especificació de la ullera.</p> <p>La aplicació d'aquestes noves tecnologies implica uns estalvis en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temps (ja que la transmissió de dades és immediata). - Costos de personal.

Taula 7.6. Millores en el procés de producció. [Taula d'elaboració pròpia.]

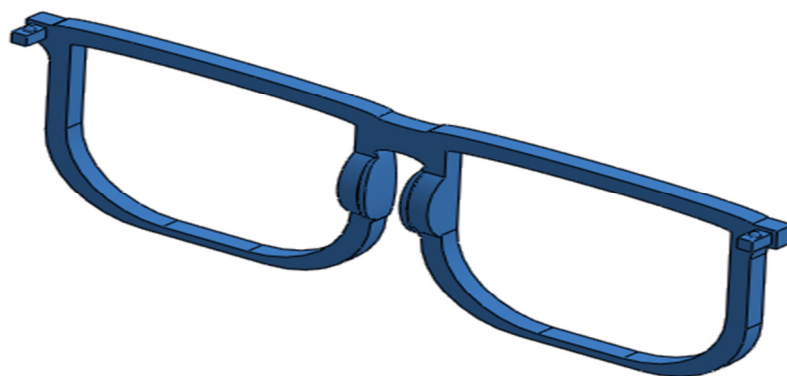


Figura 7.10. Muntura Millorada. [Figura d'elaboració pròpia.]

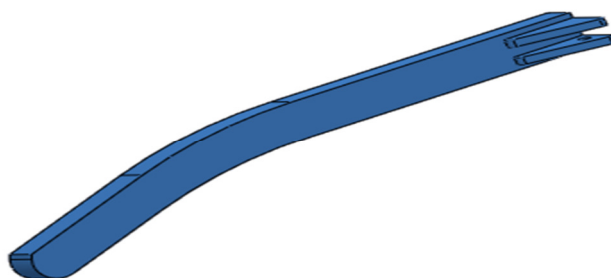


Figura 7.11. Patilla Millorada. [Figura d'elaboració pròpia.]

El següent pas a tenir en compte és l'optimització del procés de muntatge. En aquest cas, aquesta millora es fa mitjançant la disminució d'operacions de muntatge necessàries per tal de fabricar una ullera.

El procés de muntatge, després de tenir en compte els estalvis de processos que s'han identificat en la taula anterior, resulta el següent:

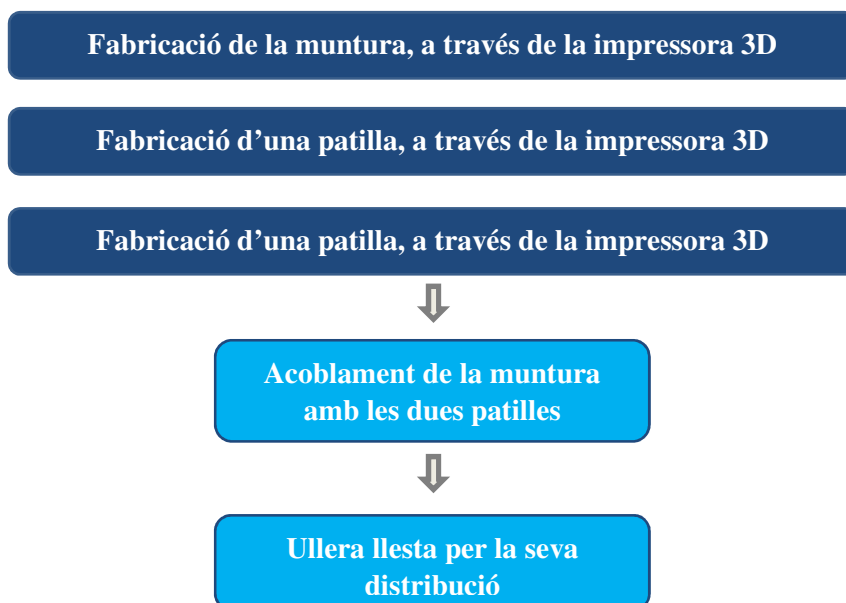


Figura 7.12. Diagrama d'assemblatge d'una ullera de veure o de sol. [Figura d'elaboració pròpia.]

A. Càlcul de l'índex d'eficiència

L'últim pas és calcular l'índex d'eficiència de la producció de la ullera, el qual ens mostrarà de forma percentual el valor del producte.

A continuació es mostra el procediment que s'ha seguit per realitzar el càlcul de l'índex d'eficiència.

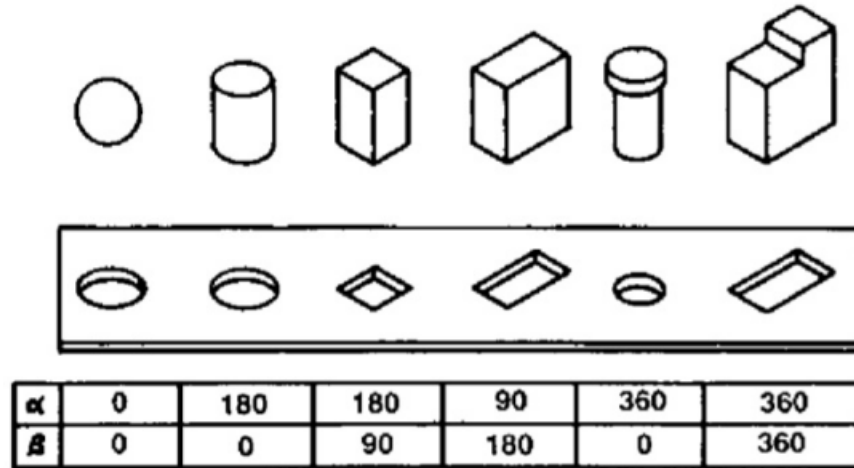


Figura 7.13. Simetries de rotació Alfa i Beta per diverses peces. [Apunts de la assignatura Validació i Assaig de Màquines.]

for parts that can be grasped and manipulated with one hand without the aid of grasping tools

sym (deg) = (alpha+ beta)		no handling difficulties			part nests or tangles		
		thickness > 2mm		< 2mm	thickness > 2mm		< 2mm
		size > 15mm	6mm < size < 15mm	size > 6mm	size > 15mm	6mm < size < 15mm	size > 6mm
		0	1	2	3	4	5
sym < 360	0	1.13	1.43	1.69	1.84	2.17	2.45
360 <= sym < 540	1	1.5	1.8	2.06	2.25	2.57	3.0
540 <= sym < 720	2	1.8	2.1	2.36	2.57	2.9	3.18
sym = 720	3	1.95	2.25	2.51	2.73	3.06	3.34

Figura 7.14. Per peces que poden ser agafades i manipulades amb una mà sense l'ajuda de cap eina. [Apunts de la assignatura Validació i Assaig de Màquines.]

for parts that can be lifted with one hand but require two hands because they severely nest or tangle, are flexible or require forming etc.

	alpha <= 180		alpha = 360
	size > 15mm	6mm < size < 15mm	size > 6mm
	0	1	2
4	4.1	4.5	5.6

Figura 7.15. Per peces que poden ser elevades amb una mà, però requereixen dues mans perquè s'emboliquen, són flexibles o requereixen una deformació. [Apunts de la assignatura Validació i Assaig de Màquines.]

part inserted but not secured immediately or secured by snap fit

		secured by separate operation or part				secured on insertion by snap fit	
		no holding down required		holding down required			
		easy to align	not easy to align	easy to align	not easy to align	easy to align	not easy to align
		0	1	2	3	4	5
no access or vision difficulties	0	1.5	3.0	2.6	5.2	1.8	3.3
obstructed access or restricted vision	1	3.7	5.2	4.8	7.4	4.0	5.5
obstructed access and restricted vision	2	5.9	7.4	7.0	9.6	7.7	7.7

part inserted and secured immediately by screw fastening with power tool

(times are for 5 revs or less and do not include a tool acquisition time of 2.9s)

Figura 7.16. Peces inserides, però no assegurades immediatament o assegurades a pressió.

[Apunts de la assignatura Validació i Assaig de Màquines.]

		easy to align	not easy to align
		0	1
no access or vision difficulties	3	3.6	5.3
restricted vision only	4	6.3	8.0
obstructed access only	5	9.0	10.7

Figura 7.17. Temps estàndards seleccionats d'inserció manual, en segons (les peces són petites i no hi ha resistència a la inserció). [Apunts de la assignatura Validació i Assaig de Màquines.]

	screw tighten with power tool	manipulation, reorientation or adjustment	addition of non solids
	0	1	2
6	5.2	4.5	7

Figura 7.18. Temps de diferents operacions seleccionades, en segons (peces solides que ja estan col·locades). [Apunts de la assignatura Validació i Assaig de Màquines.]

Peça	Numero de components RP	Necessita eina TA	Codi manipulació	Temps manipulació TH	Codi inserció	Temps inserció TI	Temps total TA+RP*(TH+TI)	Mínim de parts útils	Operació
Muntura	1	-	31	1,95	00	1,50	3,45	1	Orientar
Suport plaqueta	2	-	32	2,51	62	7,00	19,02	2	Fixar
Plaqueta	2	-	32	2,51	62	7,00	19,02	2	Fixar
Frontissa	2	-	32	2,51	00	1,50	8,02	2	Introduir
Rebló	4	2,90	32	2,51	00	1,50	27,64	2	Fixar
Patilla	2	-	31	1,95	00	1,50	6,90	2	Orientar
Frontissa	2	-	32	2,51	00	1,50	8,02	2	Introduir
Rebló	4	2,90	32	2,51	00	1,50	27,64	2	Fixar
Reorientar	-	-	-	-	61	4,5	4,5	-	Reorientar
Cargol	2	2,90	32	2,51	00	1,50	13,82	2	Fixar
TOTAL							138,39	17	

Taula 7.7. Taula per calcular l'eficiència de l'assemblatge1. [Taula d'elaboració pròpia.]

$$Eficiència\ de\ l'assemblatge = \frac{N_{min.} \cdot t_g}{t_{est}} \cdot 100 = \frac{17 \cdot 3}{138,39} \cdot 100 = 36,85\%$$

Peça	Numero de components RP	Necessita eina TA	Codi manipulació	Temps manipulació TH	Codi inserció	Temps inserció TI	Temps total TA+RP*(TH+TI)	Mínim de parts útils	Operació
Muntura	1	-	31	1,95	00	1,50	3,45	1	Orientar
Patilla	2	-	31	1,95	00	1,50	6,90	2	Fixar
TOTAL							10,35	3	

Taula 7.8. Taula per calcular l'eficiència de l'ensamblatge2. [Taula d'elaboració pròpia.]

$$Eficiència\ de\ l'ensamblatge = \frac{N_{min} \cdot t_g}{t_{est}} \cdot 100 = \frac{3 \cdot 3}{10,35} \cdot 100 = 86,96\%$$



B. Conclusions

Gràcies al procés DFMA, s'han pogut identificar els aspectes millorables en relació a la metodologia utilitzada actualment, els quals poden ser viables gràcies a la utilització d'una impressora 3D i l'ús d'infraestructures informàtiques que permetin la interconnexió entre el món exterior i la pròpia impressora 3D.

A continuació es resumeixen els aspectes a destacar obtinguts a través del mètode DFMA:

Component o procés	Millora
Pont frontal i plaquetes	S'ha identificat que els dos components poden ser fabricats conjuntament amb la muntura, evitant axis (i) el procés addicional de fabricar-los, (ii) l'operació de muntatge i acoblament i (iii) costos de material per la unió.
Mètode d'acoblament entre la muntura i les patilles mitjançant una frontissa	S'ha identificat que el procés d'acoblament pot ser integrat en el propi producte (muntura i patilles), evitant axis (i) el procés addicional de fabricar-ho, (ii) operació de muntatge i acoblament, i (iii) costos de cargols i reblons.

Taula 7.9. Resultats obtinguts gracies a DFMA. [Taula d'elaboració pròpia.]

Addicionalment a la identificació d'aquestes millores, també s'ha calculat si aplicant aquestes modificacions i millores s'aconsegueix una eficiència de l'assemblatge superior comparat amb el mètode de fabricació actual, la qual ha resultat en una millora del 50,11%.

Per tant, es pot concloure que el projecte de fabricar una ullera sense la necessitat d'elements externs per l'acoblament entre la muntura i les patilles, i a través de l'ús de les noves tecnologies que ofereix la Indústria 4.0, com ara d'una impressora 3D, és viable i aporta valor afegit al producte actual.

4. *Redisseny i producció*

Per tal d'assegurar la producció d'un producte eficient i fiable, a continuació es realitzarà un petit AMFE (anàlisi modal de fallades y efectes) per identificar els seus punts més crítics. L'AMFE només es realitza sobre el disseny de producte, no es realitzarà un AMFE molt complex per identificar els punts crítics en els altres processos.

Per poder interpretar de forma més fàcil i així identificar més ràpid els punts més crítics cal calcular els índex de gravetat (S), d'ocurrència (O), i detecció (D), de cada component o peça i cada funció. Un cop calculats aquets índexs es podrà calcular el nombre de prioritats de risc (NPR) amb la següent formula:

$$\mathbf{NPR = S \cdot O \cdot D}$$

Aquest valor NPR oscil·larà entre 1 i 1.000 on el 1.000 és el valor corresponent al potencial de risc més elevat.

A continuació es fa un breu detall de com identificar i calcular els índex d'avaluació per cada forma de fallada:

- Índex de gravetat (S)
 - L'avaluació es fa amb una escala de l'1 al 10 basant-se en la "Taula de gravetat".
 - Cadascuna de les causes potencials corresponents a un mateix efecte s'avalua amb el mateix índex de gravetat.
 - En el cas en què una mateixa causa pugui contribuir a diversos efectes diferents de la mateixa forma de fallada, se li assigna l'índex de gravetat més gran.
- Índex d'ocurrència (O)
 - L'avaluació es fa en una escala de l'1 al 10 basant-se en una "Taula d'ocurrència".
 - Per a l'avaluació s'han de tenir en compte tots els controls utilitzats (o que es pensa utilitzar) per prevenir que es produeixi la causa de la fallada.
- Índex de detecció (D)
 - L'avaluació es fa en una escala de l'1 al 10 basant-se en la "Taula de detecció".
 - Per determinar l'índex D se suposa que la causa de la fallada ha ocorregut i s'avalua la capacitat dels controls actuals per detectar-la o per detectar la forma de fallada resultant.

Una vegada s'ha entès com identificar i calcular els índex d'avaluació i de com calcular el nombre de prioritat de risc de cada funció, es pot realitzar la taula d'anàlisi AMFE d'una ullera.

Component Peça	Funció	Fallada			Controls actuals	Índexs			
		Mode	Efecte	Causa		S	O	D	NPR
Ullera	Adaptació	Inestabilitat	Incomoditat	Muntura deformada	Mostratge	6	4	9	216
		Patilles de llargària inadequada	Insatisfacció del client	Diferents mesures de cap dels clients	Cap	3	4	1	12
	Ruptura	Ruptura muntura frontal	Ruptura de la ullera	Material defectuós	Proves al laboratori	10	2	8	280
		Ruptura d'una patilla	Incomoditat	Material defectuós	Proves al laboratori	7	3	8	168
		Ruptura de la frontissa	Incomoditat	Reblons mal fixats	Inspecció final	9	8	10	720
				Material defectuós	Proves al laboratori	9	7	8	504
		Ruptura del suport de les plaquetes	Incomoditat	Material defectuós	Proves al laboratori	8	6	8	384

Taula 7.10. Anàlisi AMFE d'una ullera. [Taula d'elaboració pròpia.]

Una vegada realitzat l'anàlisi AMFE es poden extreure els punts més crítics per el disseny del producte. En el cas del AMFE realitzat de la ullera es poden veure clarament 3 punts crítics i dels quals 1 d'ells és molt elevat.

1. Ruptura d'una frontissa degut a reblons mal fixats amb un NPR = 720.
2. Ruptura d'una frontissa degut a material defectuós amb un NPR = 504.
3. Ruptura del suport de les plaquetes amb un NPR = 384.

Clarament la ruptura d'una frontissa és la fallada més crítica del producte, per tant en el moment del disseny del producte és on s'ha d'intentar millorar o suprimir aquest element.

Per exemple una solució per millorar aquest element és integrar la frontissa en el popi producte, mitjançant la fabricació de (i) la muntura frontal amb una peça quadrada als extrems amb mig cercle a dalt i mig a baix sobresortint i (ii) les patilles amb dos peces al inici amb un forat de mig cercle en cada una, el qual s'acoblarà amb els mig cercles de la muntura (per un detall mes exhaustiu, veure el disseny analític de la ullera millorada en aquest capítol). Amb aquesta acció correctiva es dona una de les solucions al punt més crític de l'anàlisi AMFE.

Es pot afirmar que amb la utilització d'aquesta eina de disseny també s'innova el producte, ja que d'alguna manera s'està millorant el producte inicial, per tant, podem concloure que l'eina de disseny AMFE es pot utilitzar en el procés d'innovació d'un producte.

5. Comercialització

Un cop dissenyada detalladament la ullera i haver identificat i solucionat els punts més crítics de la ullera, l'últim pas és controlar la comercialització i el cicle de vida del producte. Per tal de dur aquestes tasques, s'ha utilitzat tant la metodologia PLM com una software CRM, el qual servirà per aconseguir una estratègia més orientada al client. En el cas de l'eina PLM, s'ha optat per adquirir el software *Arena PLM*, el qual és un dels millors valorats pels clients segons *G2 Crowd* (es tracte d'una pàgina que compara diferents softwares segons els comentaris dels usuaris). El software aporta poder tenir un anàlisi constant de productes, optimitzar els ingressos del nou producte i optimització dels proveïdors, entre altres. A la següent figura es poden observar les eines que aporta el software *Arena PLM*.

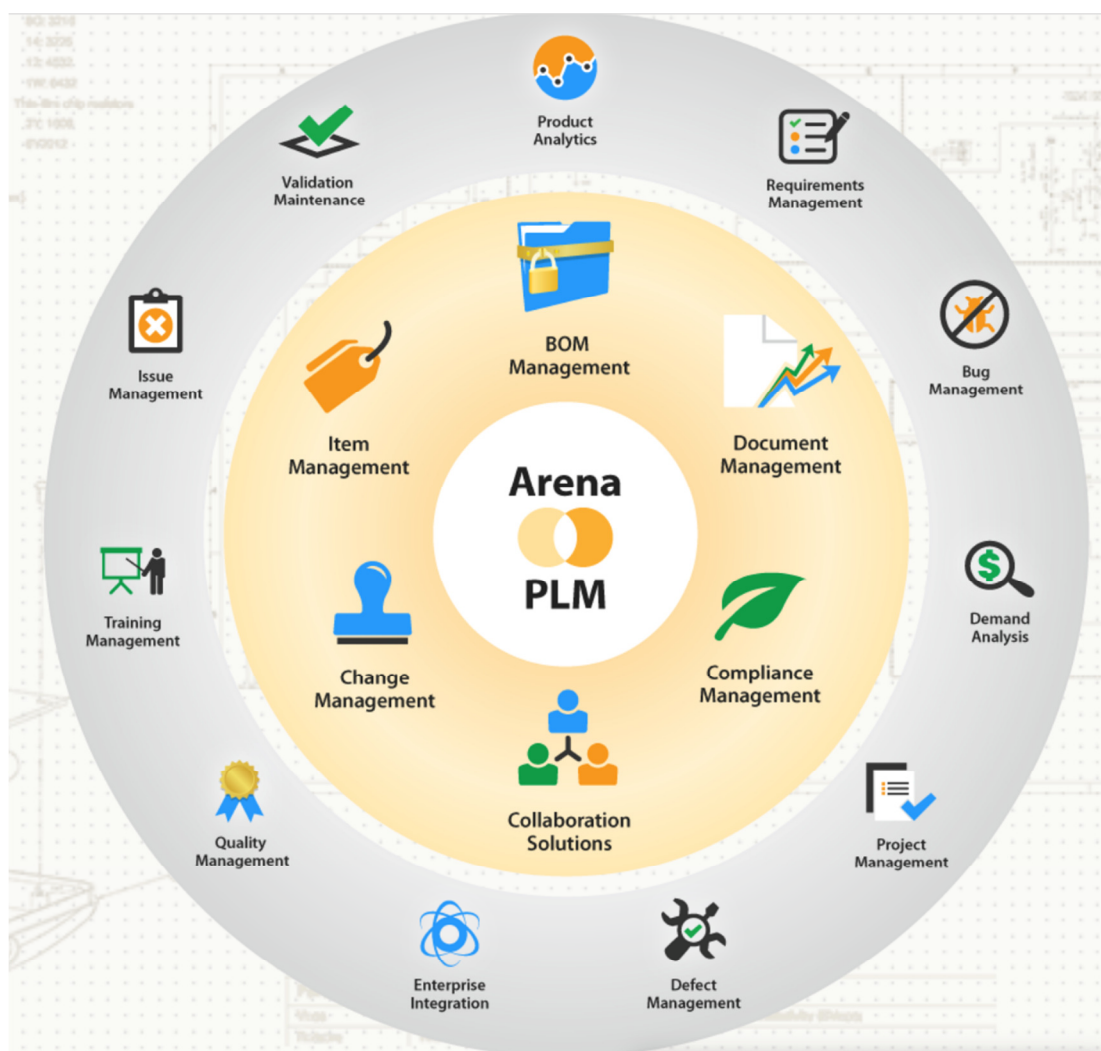


Figura 7.19. Aplicacions del software *Arena PLM* [76]

A part del elevat abast que té aquest software, un dels altres motius es el seu cost reduït, comparat amb altres softwares PLM. El cost anual de la subscripció es situa de mitjana en torn els 984,00 €/any (82,00 €/mes), e inclou les següents especificacions:

<div> PLM At-A-Glance  </div>	
Native Cloud Architecture	✓
Item Master	✓
Bill of Materials (BOM)	✓
Change Control	✓
File Management	✓
Approved Manufacturers List (AML)	✓
Engineering Change Requests	✓
CAD & ERP Integration	✓
Product Quality Management	✓
Auto-Document Parts	✓
Demand Analysis	✓
Project Management	✓
Compliance Management	✓
Supply Chain Licenses	\$
Supply Chain Collaboration	✓
Bidirectional Integrations	✓
In Context Collaboration	✓
Product Analytics	\$

Figura 7.20. aplicacions incloses en el cost mensual [77].

En el cas del software CRM, es tracte d'un model de gestió de tota l'organització, centrant-se principalment en els clients amb l'objectiu de fidelitzar als clients. En aquest cas, s'ha optat per contractar el software *SumaCRM*, ja que es tracte d'una eina orientada a PYMES i empreses de petites dimensions. Addicionalment de ser un software orientat a empreses petites i PYMES, permet ser utilitzat des de qualsevol lloc de treball, com ara, ordinador, mòbil, web i tableta, entre altres, cosa que permet poder dur un control continu dels clients, tot i estant fora de l'oficina.

El cost del software és de 192,00 €/any (16,00 €/mes) e inclou totes les especificacions tècniques mostrades en la figura 6.7. (veure capítol anterior) amb ús il·limitat.

Finalment, tot i haver d'incórrer en un cost anual de 1.176,00 €, els avantatges d'utilitzar les dues eines pot comportar obtenir un producte rentable, juntament amb una elevada fidelització dels clients.

A més a més, per tal d'obtenir un òptima relació client-empresa, s'han analitzat les diverses opcions disponibles en el mercat i s'ha optat per utilitzar una pàgina web i una aplicació mòbil (app), com a via principal per oferir el producte i realitzar les comandes dels clients.

S'ha observat que les vendes per internet s'han anat incrementant els darrers anys, arribant a ser la única via de vendes per moltes empreses, ja que permet estalviar la despesa de lloguer o adquisició de locals per la venta al públic, la qual sol ser de un cost elevat.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, actualment en el mercat existeixen moltes plataformes que ofereixen diversos serveis tant per desenvolupar l'aplicació, axis com la anàlisi de les dades obtingudes.

La infraestructura seleccionada ha estat *Google Cloud Platform* i els principals criteris que s'han utilitzat per prendre aquesta decisió han estat els següents:

- i. L'elevada seguretat que ofereix.
- ii. L'elevat nombre de productes que s'ofereixen dins de la pròpia plataforma (en la majoria de plataformes, no s'ofereixen tots en una mateixa plataforma, havent d'utilitzar varies plataformes a l'hora).
- iii. La constant evolució que té, ja que el mercat de les TIC està constantment innovant-se.
- iv. Uns costos molt competitius comparats amb la resta del mercat.
- v. Que es tracte d'una plataforma global, el que permetria poder expandir el negoci un cop estigui establert.

Finalment, es pot concloure que gràcies a l'ús de la metodologia PLM i comercialitzar el producte a través d'una pàgina web o app, es pot aconseguir que el producte sigui més rentable i òptim gràcies a l'eliminació d'operacions innecessàries identificades, així com costos d'infraestructura (de lloguer d'un local de venta al públic) pel fet de vendre a través d'internet.

8. Planificació.

En aquest capítol del projecte es detalla la planificació de les tasques que s'han realitzat durant el projecte i l'explicació de cada una de les tasques, també s'indiquen els recursos (en aquest cas només hi ha un recurs ja que és un projecte individual) i la durada que s'ha destinat en cada una d'elles.

Per tal de que el projecte sigui el més real possible s'estableix que les jornades de treball són de 3 hores, en horari intensiu i s'ha marcat un total de 1 hores extres per dia com a màxim. El cost marcat pel recurs d'un enginyer mecànic segons les tasques que s'han realitzat és de 20 €/h – 40 €/h en hores normals i de 25 €/h – 50 €/h en hores extres, en l'apartat de pressupost es desglossa el cost de cada tasca amb la seva durada, el seu preu unitari i el seu cost total.

8.1.Llistat de tasques del projecte.

A continuació es realitza un llistat detallat de les tasques realitzades.

- Avantprojecte: en aquesta tasca es realitza la proposta de projecte, objectius, especificacions tècniques, viabilitat del projecte, pressupost ... Si han destinat 100 hores.
- Desenvolupar el projecte de detall: en aquesta etapa del projecte és on es desglossa amb detall el desenvolupament de la solució proposada, aquesta tasca és una de les més importants i una de les que se li ha dedicat més hores. Aquesta tasca es divideix en les següents tasques que s'han realitzat simultàniament.

- Estudi de les metodologies per el Disseny de Producte 4.0.
- Estudi de les eines per el Disseny de Producte 4.0.
- Crear una metodologia per Dissenyar un Producte innovador.
- Combinar les eines estudiades per Dissenyar un producte innovador.

- Elecció del producte: un cop s'ha desenvolupat el projecte de detall amb claredat s'ha fet la tria d'un producte per aplicar el marc conceptual establert.
- Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte: aquesta és una tasca molt important, ja que és on s'ha aplicat tot l'estudi previ sobre les eines i les metodologies per el disseny de producte que s'han detallat en l'etapa de desenvolupar el projecte de detall, s'han destinat unes 80 hores.
- Viabilitat econòmica: un cop focalitzat el projecte sobre un producte s'ha realitzat l'estudi de viabilitat econòmica per demostrar la viabilitat del projecte i per veure la seva rendibilitat.
- Viabilitat mediambiental: per acabar de demostrar la viabilitat del projecte s'ha realitzat un petit estudi de viabilitat mediambiental del producte.
- Tancament del projecte: en aquesta etapa del projecte s'ha fet el tancament del projecte, s'ha documentat tot el que s'ha realitzat durant la seva execució. En aquesta tasca s'han necessitat 20 hores de feina.
- Presentació del projecte: aquesta és l'última tasca del projecte, que tracta de preparar i realitzar una presentació d'avant d'un tribuna del projecte realitzat.

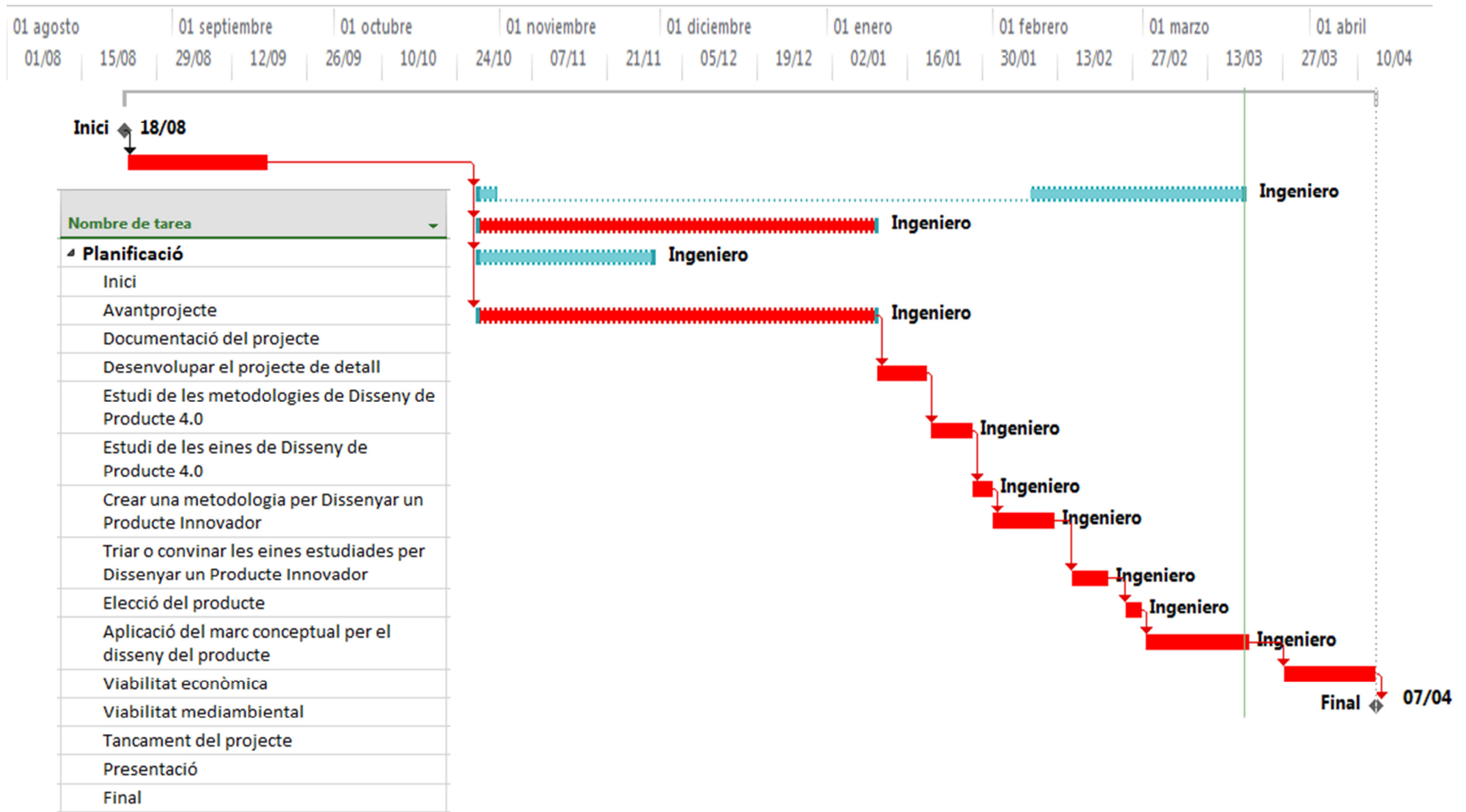
Nom de la tasca	Descripció	Duració (h)	Començament	Final	Tasca predecessora
Avant projecte.	Proposta del projecte detallant els objectius.	100	18/08/16	9/09/16	Inici del projecte
Documentació del projecte.	Es realitza l'escrit de tot el projecte.	50	03/10/16	10/01/17	Avantprojecte
Desenvolupar el projecte de detall.	Es divideix en les següents 4 tasques.	0	03/10/16	23/11/16	Avantprojecte
Estudi de les metodologies de Disseny de Producte 4.0	S'estudiaran les diferents metodologies per dissenyar un producte dins el context de indústria 4.0.	130	03/10/16	23/11/16	Desenvolupar el projecte de detall.
Estudi de les eines per Dissenyar un producte innovador.	S'estudiaran les diferents eines per dissenyar un producte dins el context de indústria 4.0.	100	03/10/16	16/11/16	Desenvolupar el projecte de detall.
Crear una metodologia per Dissenyar un Producte Innovador.	Mitjançant l'estudi anterior es crearà un model de gestió de producte en l'àmbit de l'indústria 4.0.	40	16/11/16	07/12/16	Estudi de les eines per Dissenyar un producte innovador.
Combinar les eines estudiades per Dissenyar un Producte Innovador.	Mitjançant l'estudi anterior es combinaran les eines que més convinguin per disminuir el time to market del producte.	30	07/12/16	22/12/16	Crear una metodologia per Dissenyar un Producte Innovador.
Elecció del producte	S'escollirà un producte innovador per aplicar el model de gestió desenvolupat anteriorment.	20	09/01/17	16/01/17	Triar o combinar les eines estudiades per Dissenyar un Producte Innovador.
Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte	S'aplicarà el model de gestió desenvolupat anteriorment per el disseny i llançament del producte escollit.	50	16/01/17	07/02/17	Elecció del producte
Viabilitat econòmica	Es realitzarà una viabilitat econòmica del projecte.	40	07/02/17	24/02/17	Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte

Nom de la tasca	Descripció	Duració (h)	Començament	Final	Tasca predecessora
Viabilitat mediambiental	Es realitzarà una viabilitat mediambiental del projecte.	20	24/02/17	07/03/17	Viabilitat econòmica
Tancament del projecte	Es realitzaran les conclusions i les desviacions del projecte.	20	07/03/16	16/03/17	Viabilitat mediambiental
Presentació	Es prepararà una presentació per exposar el projecte davant un tribunal.	50	16/03/17	07/04/17	Tancament del projecte
RESUM DEL PROJECTE		650	18/08/16	07/04/17	Presentació

Taula8.1. Taula de tasques . [Taula d'elaboració pròpia.]

8.2. Diagrama de Gant.

DIAGRAMA DE GANTT



9. Viabilitat mediambiental.

L'impacte mediambiental directe d'aquest projecte és pràcticament inexistent ja que és un projecte teòric. D'aquesta manera la viabilitat mediambiental es realitza de forma molt esquemàtica sobre l'impacte indirecte, és a dir del procés de desenvolupament, d'ús i de reciclatge o de recanvi del producte que s'ha escollit per realitzar el cas pràctic, unes ulleres.

Amb el sistema de disseny de producte dins l'entorn de la Indústria 4.0 que s'ha presentat en els capítols anteriors clarament es pot observar que es vol fomentar a dissenyar i desenvolupar un producte amb el menor impacte possible ja que s'intenta eliminar la major quantitat de peces, de processos i immobilitzat material possible. Per aquest motiu l'estudi mediambiental necessari per valorar la viabilitat mediambiental del projecte és molt reduït. Tot seguit s'han emplenat unes taules que esquematitzen l'impacte mediambiental que pot tenir el procés de desenvolupament, d'ús i de reciclatge d'un producte.

	Accions Impactants	Observacions
Fase de Funcionament o Explotació	L'impacte que té el procés de desenvolupament és força petit ja que en la fabricació d'aquest producte no hi ha residus tòxics o contaminants per el medi ambient.	Amb la gestió de disseny de producte que s'ha detallat en aquest projecte es fomenta la reducció de peces, fases de producció i la eliminació de material sobrant, és a dir pràcticament la quantitat de primera matèria que entra en el procés és l'exacta per fabricar el producte, per tant no crea cap residu. En la fase de desenvolupament es fan servir màquines de consum elèctric i no d'obra humana, així que tampoc hi ha emissions de gasos ni líquids contaminants.
Fase d'us	No té accions impactants.	La fase d'ús d'aquest producte es pot definir com ha no impactant ja que el sol fet de fer-lo servir no genera cap actuació impactant sobre el medi ambient.

	Accions Impactants	Observacions
Fase de reciclatge	Té una petita acció impactant.	Unes ulleres estan fetes plàstic, ja que actualment és relativament fàcil reciclar el plàstic.

Taula 9.1. Accions impactants. [Taula d'elaboració pròpia.]

Com es pot observar a la Taula 9.1. el producte escollit no és un producte que tingui un gran impacte ambiental en les fases d'explotació, d'us i de reciclatge. Ara amb la Taula 9.2. de més avall es fa la valoració de l'impacte que té el desenvolupament, l'ús i el reciclatge sobre uns factors del medi natural i el medi socioeconòmic.

	Factor Ambiental	Impacte sobre ...
Medi Natural	Atmosfera	Pot tenir algun impacte en fases de reciclatge.
	Sòl	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Aigua	No es generen residus líquids per tant no te impacte.
	Flora	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Fauna	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
Medi Socioeconòmic	Usos del territori	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Culturals	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Infraestructura	Té un petit impacte, s'hauria de construir o ocupar, en aquest cas seria un impacte positiu, un local per fabricar el producte.
	Humans	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Economia i població	L'impacte econòmic que té és favorable al territori ja que genera llocs de treball i fer creixia demogràficament la població i donar una valor afegit al territori.

Taula 9.2. Factors ambientals impactants. [Taula d'elaboració pròpia.]

Les taules han estat emplenades per demostrar que el projecte no té un impacte ambiental elevat, i que per tant es pot afirmar que el projecte és mediambientalment viable.

Algunes adreces d'*Internet* que s'han consultat per realitzar l'estudi mediambiental són les següents:

- Comissió europea avaluació ambiental:
http://ec.europa.eu/dgs/environment/index_en.htm
- Ministeri espanyol de medi ambient: <http://www.magrama.gob.es/>
- Associació espanyola de AIA: <http://www.eia.es/>
- Departament de medi ambient català:
<http://www20.gencat.cat/portal/site/mediambient>
- Planta de tractament integral de residus Ecoparc de Barcelona:
<http://ecoparcbcn.com/>

10. Conclusions

Actualment ja és un fet que hi ha hagut una quarta revolució industrial, la Indústria 4.0, aquesta evolució o innovació dins del sector industrial en una primera instància només l'han desenvolupat les empreses més grans o amb poder econòmic més elevat. Però, de cara al futur, aquesta millora en el sector industrial, es convertirà, i en alguns sectors ja està succeint, en una necessitat per què les empreses sobrevisquin, ja que el fet de no estar al dia suposarà com si l'empresa no existís. Per aquest motiu és i serà imprescindible que totes les empreses estiguin preparades per dur a terme un procés de digitalització, independentment del seu sector.

Com s'ha observat al llarg de l'estudi, la digitalització i l'aplicació i combinació d'eines i metodologies per el disseny de producte i el seu desenvolupament serà un factor bàsic a l'hora de desenvolupar productes nous o millorar-ne els que ja existeixen. Així les empreses estaran suficientment capacitades per processar tota la informació rebuda i poder fer-ne un ús adequat.

Les eines i metodologies obtingudes presenten bones expectatives i gestionen les necessitats requerides per el disseny de producte dins l'entorn de la Indústria 4.0.

En el moment de realitzar el sistema de gestió de disseny de producte dins l'àmbit de la Indústria 4.0, s'ha de tenir en compte que és un sistema general, que no es tracte d'un sistema per empreses que desenvolupin un producte en concret sinó que és vàlid per a qualsevol empresa que desenvolupi un producte.

L'aplicació del cas pràctic, suposa un exemple més concret on s'ha detallat els passos del procés. En que no s'ha entrat en detall ha estat en la elaboració de plànols detallats i prototipatge del producte, sinó de l'aplicació d'algunes eines de disseny per a la millora d'un producte. S'ha donat per suposat que l'empresa volia millorar un producte i està capacitada per fer-ho.

Seguint amb el cas pràctic s'ha observat que amb l'aplicació d'algunes eines de disseny de producte estudiades i exposades en la metodologia es pot millorar i innovar un producte dins l'entorn de la Indústria 4.0. En aquest cas per exemple s'utilitza una impressora 3D, que és una de les novetats que ha introduït la Indústria 4.0 a l'hora de fabricar un producte,

la utilització de un PLM i un CRM per poder fer front al *Big Data* que es genera al voltant del producte.

Pel que fa a les **desviacions** que hi ha hagut durant el projecte respecte la planificació realitzada durant l'avantprojecte cal destacar la dificultat de recopilació d'informació i a la mancança de temps degut a la compaginació de les pràctiques realitzades en una empresa.

Tenint en compte que es tracta d'un contingut relativament molt nou ha estat necessari la dedicació de moltes hores per la cerca i la recopilació d'informació.

Per tant les desviacions que s'han vist reflectides han estat bàsicament en la planificació de dades per a cada tasca augmentant considerablement les hores de cerca i recopilació d'informació, eines i metodologies. D'aquesta manera també s'ha vist lleugerament afectada la viabilitat econòmica augmentant el pressupost en un 2%, aproximadament, del pressupost que s'havia esmentat a l'avantprojecte.

També hi ha un seguit de **possibles millores o extensions** que es podrien portar a terme.

Per exemple un possible millora o extensió del projecte seria realitzar una simulació, mitjançant la metodologia PLM i les eines CRM, ERP i SCM, de com gestionar el cicle de vida d'un producte des de que aquest esdevé com a idea fins que aquest es converteix en producte per el consumidor.

Un altre possible extensió seria realitzar un estudi molt més extens de com captar i tractar el *Big Data* que es genera a l'hora al voltant del procés de desenvolupament del producte.

Cal destaca que aquest sistema de gestió de disseny de producte dins el marc de la Indústria 4.0 no és definitiu, ja que al ser un tema bastant nou i en que constantment s'estan actualitzant i sorgint noves eines i metodologies, cal anar revisant-lo i actualitzant-lo.

11. Bibliografia

- [1]. MacDougall, William (July 2014). Industrie 4.0, Smart Manufacturing for the future. Germany Trade & Invest (GTAI).
- [2]. Indra (23 de Julio 2015, Madrid). Indústria Conectada 4.0: Presentación de la iniciativa.
- [3]. Deloitte (2015). Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.
- [4]. Guillarte, M. (26 de maig de 2015). ¿Qué es la industria 4.0 y cómo deberían absorbirla los CIOs? Disponible a: <http://smartcio.es/industria-4-0/>
- [5]. Porter, M. E.; Millar V. E. (Juliol - Agost 1985). How information gives you competitive advantages. Harvard Business Review.
- [6]. Arimany, L.(Novembre 2010). La cadena de Valor. Disponible a: <http://www.luisarimany.com/la-cadena-de-valor/>
- [7]. Evans, Peter; Annunziata, Marco (November 26, 2012). Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. General Electric Co..
- [8]. Lee, J.; Bagheri, B.; Kao, Hung-An (december 2, 2014). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0- based manufacturing systems.
- [9]. Lorenz, M.; Rüßmann, Michael; Gerbert, Philipp; Waldner, Manuela; Justus, Jan; Engel, Pascal; Harnisch, Michael (april 2015). Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group
- [10].Manyika, J.; Chui, M.; Brown, B.; Bughin, J.; Dobbs, R.; Roxburgh, C.; Hung B., Angela (May 2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. McKensey & Company.
- [11].(26 febrer 2015). 5 Diferencias entre big data i business intelligence. GTI Software & Networking. Disponible a: <http://noticias.gti.es/productos/5-diferencias-entre-big-data-y-business-intelligence/>
- [12].Ciberseguridad para sistemas industriales y embebidos. Sogeti. Disponible a: <https://www.sogeti.es/soluciones/ciberseguridad/ciberseguridad-sistemas-industriales-embebidos/>
- [13].(13 febrer 2017). Alianza Siemens-Incibe. Revista transformación digital. Disponible a: <http://www.revistatransformaciondigital.com/2017/02/13/alianza-siemens-incibe/>
- [14].Domenech, J. (8 febrer 2017). Importantes empresas TIC forman una alianza para la ciberseguriad en el IOT. Silicon. Disponible a: <http://www.silicon.es/importantes-empresas-tic-forman-una-alianza-la-ciberseguridad-iot-2328794>
- [15].Tilves, M. (2 desembre 2016). Nokia y HPE comercializarán juntas soluciones IOT. Silicon. Disponible a: <http://www.silicon.es/nokia-hpe-comercializaran-juntas-soluciones-iot-2324307>

- [16].Geissbauer, Dr. Reinhard; Vedso, Jesper; Schrauf, Stefan (September 2015); Industry 4.0: Building the digital enterprise. P.W.C..
- [17].Industria conectada 4.0.. La transformación digital de la industria Española
- [18].KoçJun, Muammer; Ni, Jun; Lee, Jay; Bandyopadhyay, Pulak (October 2014). Introduction e-Manufacturing. Researchgate.
- [19].WCE. (July 2 - 4, 2008, London, U.K..). E Manufacturing a Technology Review.
- [20].FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2015). El papel de las TICs en la cuarta revolución industrial: La fabricación inteligente.
- [21].A. Cárdenas, Alvaro; Amin, Saurabh; Sastry, Shankar (2008). Secure Control: Towards Survivable Cyber-Physical Systems. University of California.
- [22].T. Samad; A.M. Annaswamy (2011). The impact of Control Technology.
- [23].Wan, Jiafu; Chen, Min; Xia, Feng; Li, Di; Zhou, Kelian (Juny 2013). From Machine-to-Machine Communications towards Cyber-Physical Systems.
- [24].Vermesan, Ovidiu; Friess, Peter. Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Innovation to Market Deployment.
- [25].Gubbia, Jayavardhana; Buyyab, Rajkumar; Marusic, Slaven; Palaniswami, Marimuthu (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions.
- [26].Lorenz, Markus; Rüßmann, Michael; Strack, Rainer; Lasse Lueth, Knud; Bolle, Moritz (September 2015); Man and Machine in Industry 4.0 'How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025'. The Boston Consulting Group.
- [27].Ministerio de industria de energia y turismo (28 de abril, 2016) Nuevos modelos de negocio de la industria 4.0 entorno a la cadena de valor. Disponible a: <http://ww.youtube.com>
- [28].MacDougall William (July 2014). Industrie 4.0, Smart Manufacturing for the future. Germany Trade & Invest (GTAI).
- [29].Roberto, Hernan; Salguero, Chicaiza (2015). Estudio comparativo de plataformas de Servicios de intermediación en la nube. Universidad de las Americas
- [30].Mell, Peter; Grance, Timothy. The NIST Definition of Cloud Computing. Special Publication 800-145.
- [31].Buyya, Rajkumar; Shin Yeo, Chee; Venugopal, Srikumar; Broberg, James; Brandic, Ivona (2009). Cloud computing and emergent IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility.
- [32].Microsoft Office 365 (2016); <https://products.office.com/es-ES/business/compare-office-365-for-business-plans>
- [33].Microsoft Azure (2016); <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/calculator/>
- [34].Microsoft Dynamics 365 (2016); <https://www.microsoft.com/en-us/dynamics365/pricing>
- [35].Google Cloud Platform Pricing (2016); <https://cloud.google.com/pricing/>

- [36].Google Cloud Platform Pricing Calculator (2016);
<https://cloud.google.com/products/calculator/#id=49b5927f-9bfe-44e9-8352-4bb3d19b8f6f>
- [37].Amazon webservies (2016); <https://awstccalculator.com/#>
- [38].Shroek; Shockley; Smart (2012). Analytics: el uso de big data en el mundo real. Cómo las empresas más innovadoras extraen valor de datos inciertos. IBM Institute for Business Value.
- [39].McKinsley Global Institute (June 2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.
- [40].Optimizely X Plants. (2017). Disponible a: <https://www.optimizely.com/plans/>
- [41].Google Analytics Solutions (2017). Disponible a:
<https://www.google.com/analytics/analytics/compare/>
- [42].Lejarza, I., Lejarza, J. (1995). Planteamiento general análisis cluster. Disponible a:
https://www.uv.es/ceaces/multivari/cluster/planteamiento_general.htm
- [43].Canos, L.; Pons, C.; Santandreu, C. Caminos para la innovación en la empresa: el modelo de Kline. Escuela Politécnica Superior de Gandia. Universitat Politècnica de Valencia.
- [44].(16 maig 2014) Pymex. Diponible a: <https://pymex.pe/marketing/marketing-y-ventas/el-ciclo-de-vida-del-producto-como-estrategia-comercial>
- [45].Veefkind, Menno; Albertí, Marta; Masip, Mercedes; Mejía, Ricardo; Ayneto, Xavier (Setembre 2009). Innovació en el desenvolupament de nous productes. Generalitat de Catalunya, Departament d'Innovació, Universitats i Empresa, Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM).
- [46].Deuja, Ajeeta; W. Kohn, Nicholas; B. Paulus, Paul; M. Kor, Runa (2014); Taking a Broad Perspective Before Brainstorming. Group Dynamics: Theory, Research, and Practice.
- [47].Gonzalez, M. El libro de los mapas mentales (Tony Buzan).
- [48].Chen, Liang-Hsuan; Ko, Wen-Chang; Tseng, Chien-Yao (February 2013). Fuzzy Approaches for Constructing House of Quality in QFD and Its Applications: A Group Decision-Making Method. IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT, VOL. 60, NO. 1.
- [49].Siemens product life cycle management software Inc. (2017). CAD/Diseño asistido por computadora. Disponible a: https://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/plm/cad.shtml
- [50].SolidWorks. (2017). CAD en 3D. Disponible a: <http://www.solidworks.es/sw/products/3d-cad/capabilities.htm>
- [51].AutoCAD. (2017). Novedades de AutoCAD 2018. Autodesk Inc. Disponible a: <http://www.autodesk.es/products/autocad/features>
- [52].AutoCAD (2017). Suscribirse. Autodesk Inc. Disponible a: <https://www.autodesk.es/products/autocad/subscribe>
- [53].Siemens product life cylce managment software Inc. (2017). CAM / Computer Aided Manufacturing. Disponible a: https://www.plm.automation.siemens.com/es_es/plm/cam.shtml

- [54].Bonilla, A. (Gener 2003). Guía Básica para la aplicación de las TICs en PYMES.
- [55].3D CAD portal. (2017). Directorio de software para manufactura por computadora 3D CNC.
Disponible a: <http://www.3dcadportal.com/3d-software/cam/>
- [56].Análisis y simulación AIS. (2017). Mecanizado NX CAM. Disponible a:
<http://www.analisisysimulacion.com/portfolio-item/nx-cam/#serviciossectoresespecificos>
- [57].Leau, L. (23 maig 2016). CAD vs CAE vs CAM. ¿Cuales son las diferencias?. Blog de ingeniería eléctrica moderna. Disponible a: <http://www.cim-team.com.br/blog-de-ingeneria-electrica-moderna/cad-vs-cae-vs-cam-diferencias>
- [58].Análisis y simulación AIS. (2017). NX Nastran el solver por elementos finitos. Disponible a:
<http://www.analisisysimulacion.com/portfolio-item/nx-nastran/>
- [59].Simscale. (2017) Simulation in your browser. Disponible a: <https://www.simscale.com>
- [60].Dassault Systèmes. (2012-2017). Abaqus unified FEA. Disponible a:
<https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/abaquscae/>
- [61].Chang, KUei-Hu; Wen; Ta-Chun (2010); Anovel efficient approach for DFMEA. Elsevier.
- [62].Reid, R. Dan (May 2005); FMEA - Somthing old Somthing New. Disponible a:
<http://www.asq.org>
- [63].R. Sudarsan; S.J. Fenves; R.D. Sriram; F.Wang (February 2006); Aproduct information modeling framework for product lifecycle management. Researchgate.
- [64].SumaCRM. (2017). Que es costumer relationship management. Definición CRM. Disponible a: <https://www.sumacrm.com/soporte/customer-relationship-management>
- [65].SumaCRM. (2017). Todo lo que esperas de un CRM. Disponible a:
<https://www.sumacrm.com/caracteristicas.php>
- [66].SumaCRM. (2017). Empieza ahora gratis. Disponible a:
<https://www.sumacrm.com/precios.php>
- [67].A.M. (15 maig 2009). ¿Que es SCM, CRM y ERP? ¿Cual es su relación la innovación?.
Disponible a: http://yinnavation.blogspot.com.es/2009/05/que-es-scm-crm-y-erp-cual-es-su_15.html
- [68].(Mayo 2017). Gestión de la cadena de suministros (SCM). Disponible a:
<http://es.ccm.net/contents/218-gestion-de-la-cadena-de-suministro-scm>
- [69].Rouse, M. (Juliol 2010). Gestión de la cadena de suministros (SCM). Disponible a:
<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Gestion-de-la-cadena-de-suministro-SCM>
- [70].SAP. (2017). Ejecute una cadena de suministros en tiempo real. Disponible a:
<https://www.sap.com/spain/solution/lob/supply-chain.html#>
- [71].Elegir ERP. (2017). La herramienta ideal para ayudarle en la búsqueda de su solución de gestión. Disponible a: <https://www.elegirerp.com/definicion-erp>

- [72].Innovadeluxe. (2017). ¿Que es un ERP y para que sirve?. Disponible a: <https://www.innovadeluxe.com/que-es-un-erp-y-para-que-sirve>
- [73].SAP ERP. (2017). Adelantese al juego con un sistema de planificación de recursos (ERP) de SAP. Disponible a: <https://www.sap.com/spain/product/enterprise-management/erp.product-capabilities.html>
- [74].(2004-2005). Diseño de sistemas productivos y logísticos. Departamento de organización de empresas, E.F. y C.
- [75].Maier3 D. (2017). CubePro. Disponible a: <https://maier3d.es/impresoras-3d/cubepro/>
- [76].Arena PLM. (2017). Disponible a: <http://www.arenasolutions.com/products/plm/>
- [77].Arena PLM. (2017). Prices. Disponible a: <http://www.arenasolutions.com/pricing/>

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA

**Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la
indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un
producte de consum.**

Plànols

Oriol Álvarez Gracia

PONENT: Julián Horrillo Tello

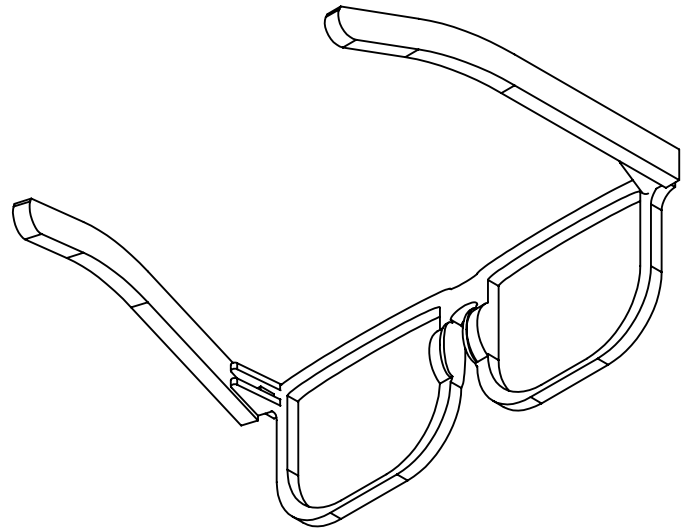
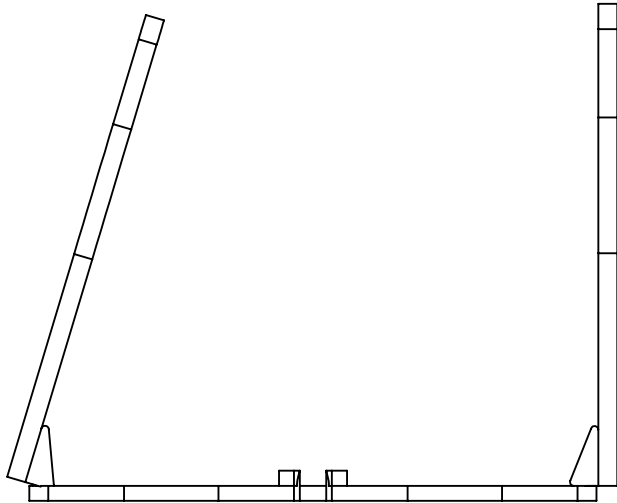
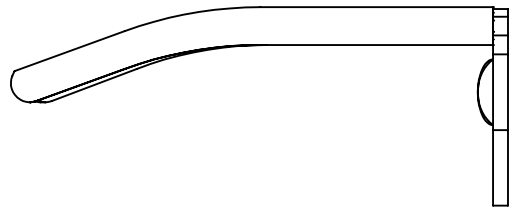
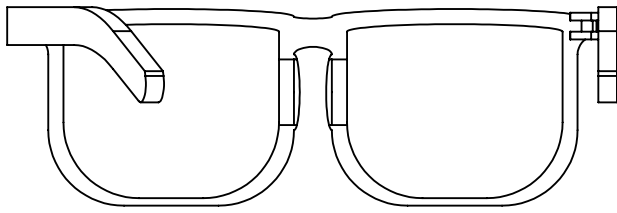
Tardor 2016



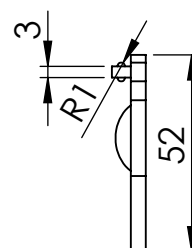
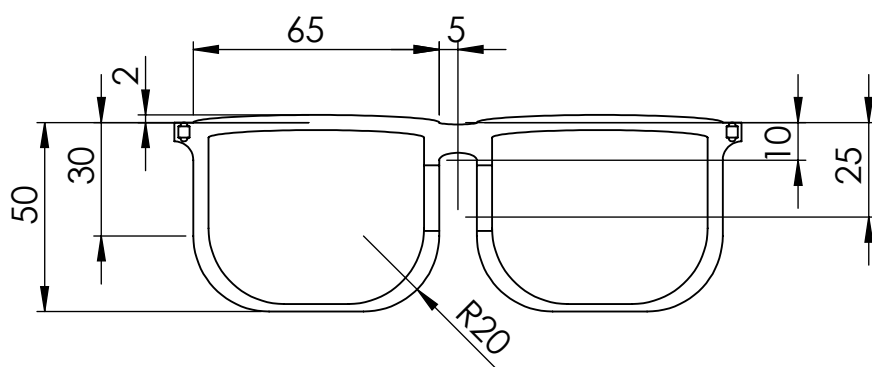
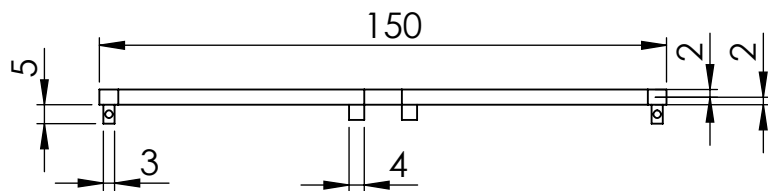
**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex

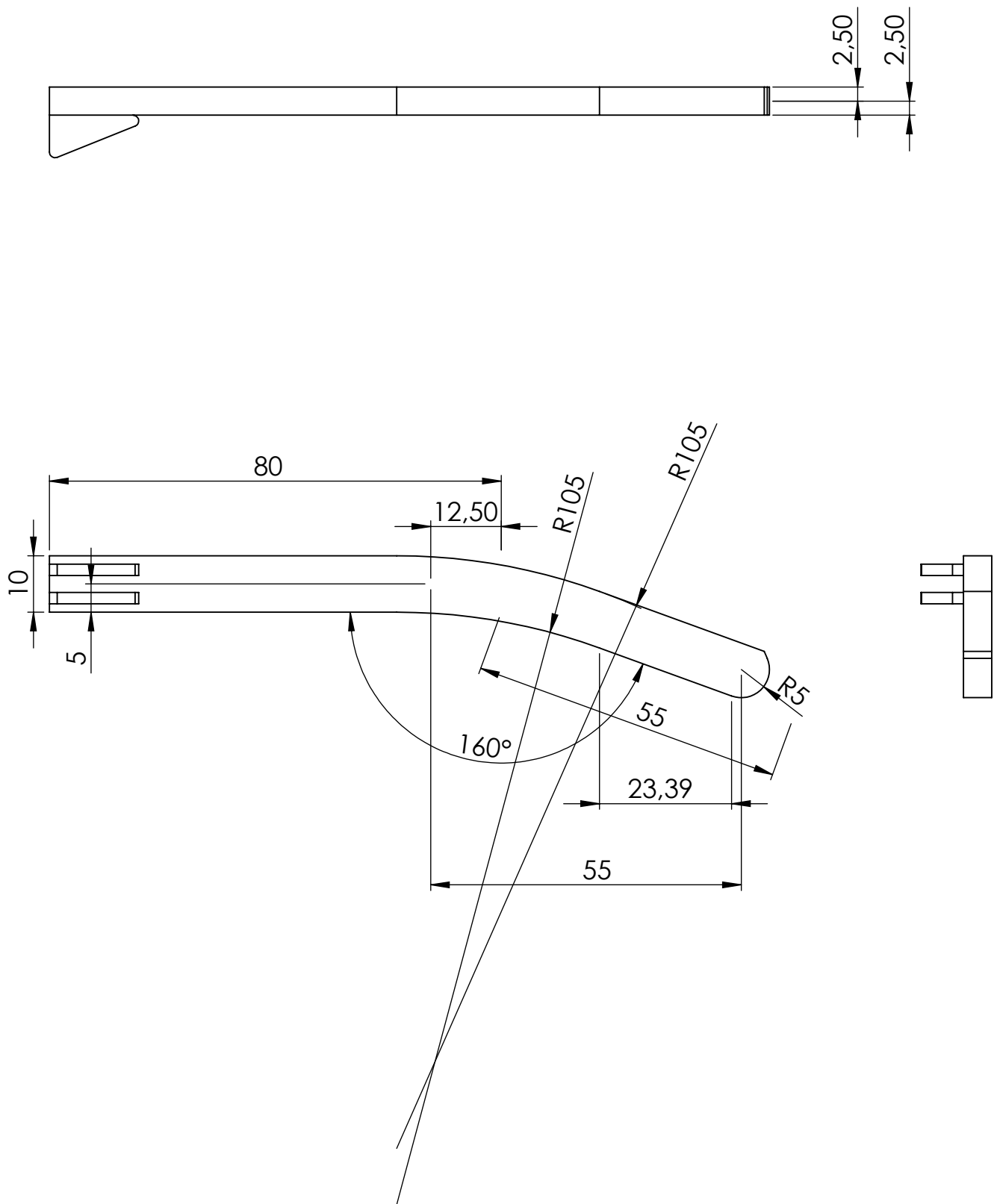
1. Document A-1. Ullera	1
2. Document A-2. Muntura	3
3. Document A-3. Patilla Dreta	5
4. Document A-4. Patilla Esquerra.....	7



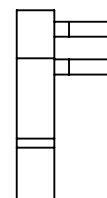
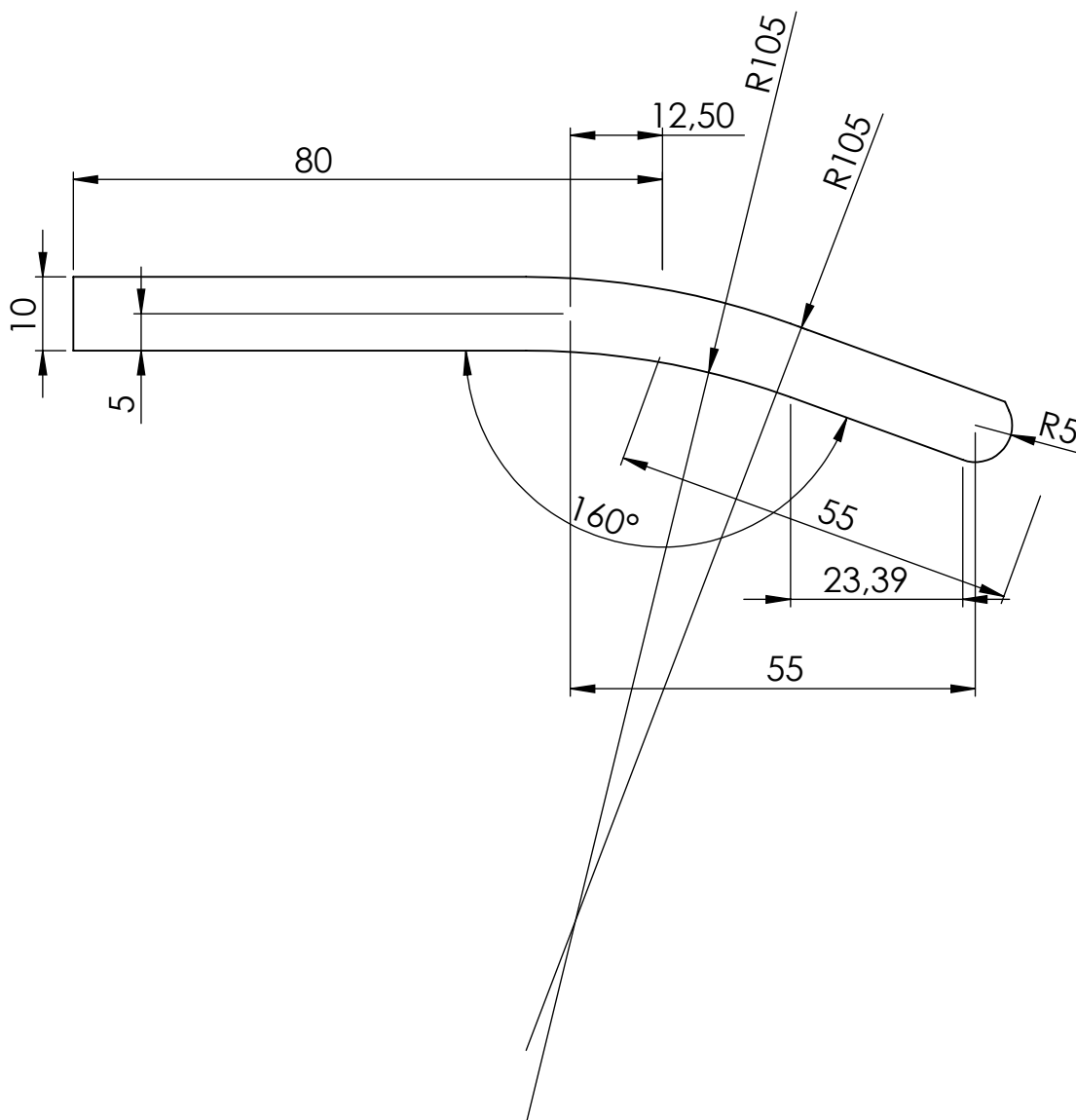
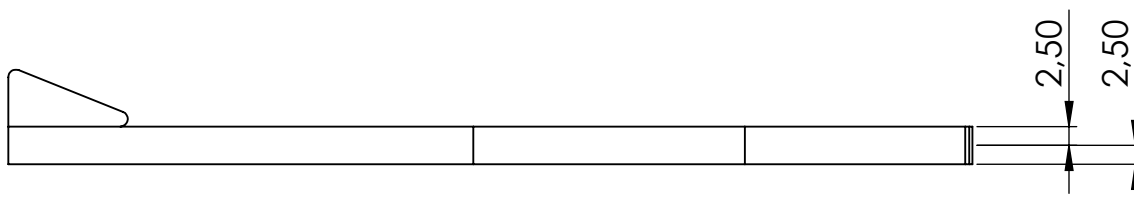
SI NO S'INDICA EL CONTRARI: LES COTES S'EXPRESAN EN MM		NUMERO DE PLANOL	1	AUTOR	PONENT
				ORIOL ALVAREZ GRACIA	JULIÁN HORRILLO
				TÍTUL: Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un producte de consum.	
		ESCALA: 1:2		ULLERA	
REVISIÓ	1				



SI NO S'INDICA EL CONTRARI: LES COTES S'EXPRESAN EN MM	NUMERO DE PLANOL	2	AUTOR		PONENT
			ORIOL ALVAREZ GRACIA		JULIÁN HORRILLO
			TÍTUL: Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un producte de consum.		
		ESCALA: 1:2		MONTURA	A4
REVISIÓ	1				



SI NO S'INDICA EL CONTRARI: LES COTES S'EXPRESAN EN MM		NUMERO DE PLANOL	3	AUTOR		PONENT	
				ORIOL ALVAREZ GRACIA		JULIÁN HORRILLO	
				TÍTUL: Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un producte de consum.			
		ESCALA: 1:1		PATILLA DRETA			A4
REVISIÓ	1						



SI NO S'INDICA EL CONTRARI: LES COTES S'EXPRESAN EN MM	NUMERO DE PLANOL	4	AUTOR		PONENT
			ORIOL ALVAREZ GRACIA		JULIÁN HORRILLO
			TÍTUL: Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un producte de consum.		
		ESCALA: 1:1		PATILLA ESQUERRA	A4
REVISIÓ	1				

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA

**Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la
indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un
producte de consum.**

Estudi Econòmic

Oriol Álvarez Gracia

PONENT: Julián Horrillo Tello

Tardor 2016



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex

Índex de taules	III
1. Pressupost	1
1.1. Medicions	1
1.2. Quadre de preus	1
1.3. Pressupost parcial	2
1.4. Pressupost global	4
2. Viabilitat econòmica.....	5
2.1. Expectatives de productivitat.....	5
2.2. Estructura de costos.....	6
2.3. Costos d'inversió.....	7
2.4. Anàlisi de viabilitat.....	8

Índex de Taules

Taula 1.1. Medicions	1
Taula 1.2. Quadre de preus	2
Taula 1.3. Pressupost parcial	3
Taula 1.4. Pressupost global	3
Taula 2.1. Productivitat esperada	6
Taula 2.2. Costos variables d'exploració	6
Taula 2.3. Costos fixos d'exploració	7
Taula 2.4. Costos d'inversió	8
Taula 2.5. Fluxos de caixa anuals	8

1. Pressupost

En aquest apartat es fa referència al pressupost previst per a la realització del projecte proposat. El pressupost està dividit en dos capítols: un per l'elaboració del projecte i el de les amortitzacions oportunes.

1.1. Medicions.

En aquesta secció del pressupost es recullen els amidaments corresponents al treball que es realitzarà d'enginyeria (disseny i desenvolupament de la solució).

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Parts iguals
1.1	Avantprojecte	100 h
1.2	Documentació del projecte	50 h
1.3	Desenvolupar el projecte de detall	300 h
1.4	Elecció del producte	20 h
1.5	Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte	50 h
1.6	Viabilitat econòmica	40 h
1.7	Viabilitat mediambiental	20 h
1.8	Tancament del projecte	20 h
1.9	Presentació	50 h

Taula 1.1. Medicions [Taula d'elaboració pròpia].

1.2. Quadre de preus.

En aquest apartat es fa referència als preus unitaris de cada tasca del projecte. El preu de cada tasca variarà (de 20 a 40 €/h) segons la seva complexitat i a les hores que se li dedicaran.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Unitats	Preu unitari hores normals (€)
1.1	Hores	40
1.2	Hores	20
1.3	Hores	40
1.4	Hores	20
1.5	Hores	40
1.6	Hores	30
1.7	Hores	30
1.8	Hores	20
1.9	Hores	20

Taula 1.2. Quadre de preus [Taula d'elaboració pròpia].

1.3. Pressupost parcial.

Capítol I: Elaboració del projecte				
Cost d'enginyeria				
Codi	Descripció	Unitats totals	Preu unitari (€)	Import (€)
1.1	Avantprojecte	100 h	40	4.000
1.2	Documentació del projecte	50 h	20	1.000
1.3	Desenvolupar el projecte de detall	300 h	40	12.000
1.4	Elecció del producte	20 h	20	400
1.5	Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte	50 h	40	2.000
1.6	Viabilitat econòmica	40 h	30	1.200
1.7	Viabilitat mediambiental	20 h	30	600

Capítol I: Elaboració del projecte				
Cost d'enginyeria				
Codi	Descripció	Unitats totals	Preu unitari (€)	Import (€)
1.8	Tancament del projecte	20 h	20	400
1.9	Presentació	50 h	20	1.000
Costos indirectes				
1.	Costos indirectes (20 % sobre cost d'enginyeria).			4.520

Taula 1.3. Pressupost parcial [Taula d'elaboració pròpia].

TOTAL CAPÍTOL I (10 % de marge) **29.832,00 €**

Els costos d'enginyeria surten de la deguda planificació i de l'assignació de recursos de cada tasca, mitjançant el programa informàtic MS - Project.

Capítol II: Amortitzacions				
Equips informàtics i software				
Codi	Descripció	Cost Inv.	N (anys)	€/projecte
2.1	Ordinador.	1.500	3	250
2.2	Software MS-Project.	200	3	33,33
2.3	Software Microsoft Office Empresa 2013.	269	3	44,83
Costos indirectes				
2.4	Material d'oficina.	2.000	5	200

Taula 1.4. Amortitzacions [Taula d'elaboració pròpia].

TOTAL CAPÍTOL II **528,17 €**

Per les amortitzacions s'estableix un període de 3 anys degut al increment d'innovacions tecnològiques (el que comportaria una renovació constant de l'immobilitzat), excepte en el cas del material d'oficina que se li estima una vida útil de 5 anys. Aquestes es calculen amb la suposició de que es realitzaran dos projectes per any.

8.4. Pressupost global.

Total Capítol I	29.832,00 €
------------------------	--------------------

Total Capítol II	528,17 €
-------------------------	-----------------

TOTAL	30.360,17 €
--------------	--------------------

IVA 21 %	6.375,64 €
-----------------	-------------------

TOTAL PRESSUPOST	36.735,80 €
-------------------------	--------------------

2. Viabilitat econòmica.

La viabilitat econòmica del projecte s'avalua mitjançant un estudi econòmic que inclou el pressupost del projecte, la determinació de l'estructura de costos (inversió més costos operatius), i un anàlisi de rendibilitat.

Com aquest projecte és teòric la viabilitat econòmica es farà del producte amb el que s'ha aplicat el marc conceptual establert al disseny d'un producte de consum, en aquest cas unes ulleres.

Durant la realització del capítol 7 de la memòria, al cas pràctic, s'han eliminat algunes peces de les ulleres bàsiques per tal de simplificar la fabricació del producte, a més a més s'ha detallat que el producte es fabricaria amb una impressora 3D, reduint i eliminant així les màquines que s'utilitzaven en el procés de fabricació antic. Amb aquests dos objectius tant de reduir peces com fases i maquinària del procés de fabricació, es pot afirmar que el projecte ja és viable econòmicament.

De totes formes a continuació es fa un estudi de rendibilitat del producte escollit, per acabar d'assegurar la seva viabilitat, si ICB és superior al 50 % es podrà dir que el projecte és econòmicament viable.

2.1. Expectatives de productivitat.

Per poder realitzar un estudi de viabilitat del projecte s'haurà d'establir una productivitat del producte per tal de justificar la inversió que es farà.

Per establir aquesta productivitat es realitzarà un estudi de mercat per estimar la demanda que hi haurà del producte un cop es comercialitzi i amb aquest estudi de mercat també es marcarà la durada de creixement del producte.

Per tal de dur a terme l'estudi de mercat, s'ha realitzat una recerca d'empreses que ofereixin el mateix producte que s'ha dissenyat o similar. En aquest cas, s'han identificat les empreses Hawkers, Mr. Boho, Mellerbrand i Wolfnoir. Un cop identificades les empreses, s'han escollit aquelles empreses on el seu producte és el més similar al que s'ha dissenyat, en aquest cas, s'ha seleccionat l'empresa Hawkers,.

Després d'haver realitzat una recerca d'informació sobre les primeres xifres de ventes de l'empresa Hawkers, la qual van ser de 500.000 unitats el primer any, s'ha optat per establir una productivitat més conservadora, ja que és l'inici d'un projecte nou.

Per altre banda, s'han utilitzat els diferents preus de venda de les empreses del sector anomenades anteriorment, per establir un preu inicial de venda del nostre producte.

Per tant, un cop realitzat l'estudi de mercat, s'ha estimat un preu de venda al públic del producte de 35,00€ amb una productivitat esperada, la qual es mostra a la següent taula:

Concepte	2018	2019	2020
Nombre de ulleres / any	4.000	4.080	4.284

Taula.2.1. Productivitat esperada [Taula d'elaboració pròpia].

2.2. Estructura de costos.

En aquest apartat es detallarà l'estructura de costos del producte que es divideix en els costos variables i fixos d'explotació.

Un cost variable és aquell que es modifica d'acord amb les variacions del volum de producció (o nivell d'activitat), es tracti tant de béns com de serveis.

És a dir, si el nivell d'activitat decreix, aquests costos decreixen, mentre que si el nivell d'activitat augmenta, també ho fa aquesta classe de costos.

COSTOS VARIABLES	
Concepte	Costos unitaris
Patillas	2,00 €
Montura	3,00 €
TOTAL	5,00 €

Taula 2.2. Costos variables d'explotació [Taula d'elaboració pròpia].

Els costos fixos són aquells costos que no són sensibles a canvis petits en els nivells d'activitat, sinó que romanen invariables davant d'aquests canvis. Per exemple, el pagament del lloguer de l'edifici, el salari del gerent i dels treballadors, l'impost sobre activitats econòmiques, etc., són costos fixos.

Per determinar els costos fixos del procés productiu, es contempla el lloguer d'una nau industrial, els sous de 4 treballadors (1 enginyer, 1 administratiu, 1 tècnic i 1 operari), també s'han estimats uns costos en concepte de subministraments i manteniment.

COSTOS FIXOS	
Concepte	Costos anuals
Lloguer nau industrial	9.600,00 €
Sous	81.200,00 €
Subministraments i serveis externs	6.000,00 €
Publicitat	1.825,00 €
TOTAL	98.625,00 €

Taula 2.3. Costos fixos d'explotació [Taula d'elaboració pròpia].

Un cop establerta l'estructura de costos es calcula el punt d'equilibri en nombre d'unitats venudes per any, per tal d'identificar el nombre d'unitats mínimes a vendre per tal de no obtenir pèrdues, es a dir, unitats necessàries per cobrir tant els costos variables com els fixos.

$$pq_e = CF + vq_e$$

$$q_e = \frac{CF}{p - v} = \frac{98.625,00}{35,00 - 5,00} = \mathbf{3.288 \text{ unitats / any}}$$

2.3. Costos d'inversió.

A continuació es detallen els costos d'inversió necessaris per dur a terme el projecte:

- Costos del pressupost d'enginyeria.
- Costos dels elements d'immobilitzats necessaris per a l'explotació del projecte, com ara, noves màquines les quals portin el sistema informàtic necessari.

COSTOS INVERSIÓ	
Concepte	Costos
Projecte d'enginyeria	36.735,80 €
Impressora 3D model CubePro®	3.980,00 €
TOTAL	40.625,80 €

Taula 2.4. Costos d'inversió [Taula d'elaboració pròpia].

2.4. Anàlisi de rendibilitat.

Per tal d'analitzar si un projecte es viable o no, un dels anàlisis a efectuar es el anàlisis de rendibilitat. Aquest anàlisi ofereix numèricament uns beneficis estimats de la inversió, mitjançant el mètode del valor actual net. El valor actual net ens proporciona el valor que té un benefici o un cost futur en el dia d'avui.

Per analitzar la rendibilitat del projecte es calcula el valor actual net considerant:

- Una vida de la inversió de 3 anys (degut a la constant modernització de la maquinària actual).
- Tipus d'interès $i = 0,75 \%$ (Constant al llarg de tota la vida de la inversió. Font: EUROSTAT. Juliol 2013)
- Índex de Preus Industrials $g = 2,5 \%$ (Constant al llarg de tota la vida de la inversió. Font: INE. Variació anual de l'índex general per al mes de desembre de 2013)

Concepte	2018	2019	2020
Ingressos	140.000,00 €	142.800,00 €	149.940,00 €
Costos de producció	118.625,00 €	119.025,00 €	120.045,00 €
Amortitzacions	13.541,93 €	13.541,93 €	13.541,93 €
Benefici abans d'impost (BAI)	7.833,07 €	10.233,07 €	16.353,07 €
Benefici net (BN)	5.483,15 €	7.163,15 €	11.447,15 €
Cash-Flow	21.375,00 €	23.775,00 €	29.895,00 €

Taula 2.5. Fluxos de caixa nets anuals [Taula d'elaboració pròpia].

$$C_0 = 40.625,80 \text{ €}$$

$$C_1 = 21.375,00 \text{ €}$$

$$C_2 = 23.775,00 \text{ €}$$

$$C_3 = 29.895,00 \text{ €}$$

$$\begin{aligned} VAN &= -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+i)^t \cdot (1+g)^t} \\ &= -40.625,80 + \frac{21.375,00}{(1+0,0075)^1 \cdot (1+0,025)^1} + \frac{23.775,00}{(1+0,0075)^2 \cdot (1+0,025)^2} \\ &\quad + \frac{29.895,00}{(1+0,0075)^3 \cdot (1+0,025)^3} = \mathbf{29.511,47 \text{ €}} \end{aligned}$$

Per últim, calculem l'índex cost-benefici, per tal de saber si el projecte serà rendible econòmicament:

$$ICB = \frac{VAN}{C_0} \cdot 100 = \frac{29.511,47}{40.625,80} \cdot 100 = \mathbf{73 \%}$$

Tal i com informen els resultats de l'anàlisi de viabilitat econòmica, juntament amb l'objectiu, comentat a l'inici del capítol, de disminuir peces i processos de fabricació del producte, es pot concloure que aquest projecte és viable econòmicament.

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA

**Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la
indústria 4.0: Metodologies i eines. Aplicació al disseny i llançament d'un
producte de consum.**

Avantprojecte

Oriol Álvarez Gracia

PONENT: Julian Horrillo

Tardor 2016



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex

Índex de figures.....	iii
Índex de taules	v
1. Objecte del projecte	1
2. Antecedents i necessitats d'informació.	3
2.1. Evolució de la història al llarg del temps.....	4
2.2. Bases per a la iniciació de la indústria 4.0	5
2.3. Smart factories	9
2.4. Nous models de negoci	14
3. Abast del projecte	17
4. Objectius i especificacions tècniques.....	19
4.1. Objectius	19
4.2. Especificacions tècniques	19
5. Anàlisi de viabilitat	21
5.1. Viabilitat tècnica	21
5.2. Viabilitat econòmica	26
5.2.1. Pressupost del projecte.....	26
5.2.2. Expectatives de productivitat.....	27
5.2.3. Estructura de costos	27
5.2.4. Costos d'inversió	28
5.2.5. Anàlisi de viabilitat	28
5.3. Viabilitat mediambiental.....	29
6. Desenvolupament de la solució	31
7. Planificació	33

7.1. Llistat de tasques del projecte	33
7.2. Diagrama de gant	37
8. Pressupost	39
8.1. Medicions.....	39
8.2. Quadre de preus	39
8.3. Pressupost parcial.....	40
8.4. Pressupost global	41
9. Bibliografia	43

Índex de Figures

Figura 2.1. Esquema Indústria 4.0	3
Figura 2.2. Evolució de la indústria	4
Figura 2.3. Aplicacions per la indústria 4.0	8
Figura 2.4. Smart factory	10
Figura 2.5. Les quatre característiques de la indústria 4.0	12
Figura 2.6. Didàctica de les TIC	13
Figura 6.1. Esquema disseny de producte.....	31
Figura 6.2. Diagrama PLM	32
Figura 6.3. Diagrama FIFO	32

Índex de Taules

Taula 5.2.1. Pressupost del projecte	26
Taula 5.2.5.1. Fluxos de caixa nets anuals.....	27
Taula 5.3.1. Accions impactants	29
Taula 5.3.2. Factors ambientals impactants	30
Taula 7.1.1. Taula de tasques.....	35

1. Objecte del projecte.

L'objecte del projecte que es proposa és l'estudi dels nous requeriments de disseny de producte en el context de la indústria 4.0, parant especialment atenció als relacionats amb la generació de valor per al client i la reducció del time-to-market.

Per tal d'arribar a dissenyar un model de negoci i el llançament de un producte adaptat a les noves tecnologies, primer es procedirà a fer un anàlisi dels elements necessaris de la indústria 4.0, com per exemple els sistemes ciber-físics (CPS) i el big data.

Un cop tinguem clar els elements claus per poder desenvolupar el nostre producte, analitzarem els avantatges que comporten aquestes tecnologies, mitjançant un anàlisi de les fàbriques intel·ligents i els passos per arribar-hi. Com a fàbriques intel·ligents entem aquelles fàbriques les quals mitjançant l'ús de les noves tecnologies, com ara l'automatització o el núvol, aconseguixen la creació de una xarxa directe i a temps real entre totes les màquines i els operaris, la qual es capaç d'enviar la informació en el lloc on es necessiti, així com facilitar la presa de decisions.

Posteriorment, es farà un anàlisi tant de les especificacions tècniques necessàries com la viabilitat del projecte, per tal de quantificar la inversió necessària ha realitzar.

Finalment, es procedirà a desenvolupar la solució que considerem més adient tenint en compte les següents característiques:

- Disseny d'un sistema de gestió per el disseny d'un producte.
- Gestió del procés de la innovació de producte.
- Viabilitat econòmica i mediambiental elevada del producte.

L'objectiu és l'aplicació del marc conceptual establert al disseny d'un nou producte de consum innovador o a la millora significativa d'un ja existent.

Per tal d'aconseguir aquest objectius, el que es farà serà una revisió i estudi de les metodologies i les eines disponibles per a la innovació de un producte i per a la seva fabricació i llançament, i finalment desenvolupar tot un model de negoci basat en els nous requeriments de la indústria 4.0.

2. Antecedents i necessitats d'informació.

El terme Indústria 4.0 va ser encunyat pel govern alemany per descriure la fàbrica intel·ligent, una visió de la fabricació informatitzada amb tots els processos interconnectats.

Aquest concepte es àmpliament utilitzat a Europa, especialment en el sector industrial alemany. A Estats Units i els parlants de llengua anglesa fan servir altres expressions com ara “Internet de les coses” (IOT) o “Internet industrial de les coses” (IIOT) [1,2].

Aquestes expressions tenen en comú el reconeixement de que tant la indústria tradicional com els mètodes de producció utilitzats fins ara, estan apunt de quedar obsolets a favor de una transformació digital. Des de fa un temps, els processos industrials han anat acompanyats de tecnologies d'informació (IT) avançades, però les últimes tendències van mes enllà de l'automatització de la producció, la qual, des de 1970, s'ha basat en el desenvolupament en electrònica e IT.

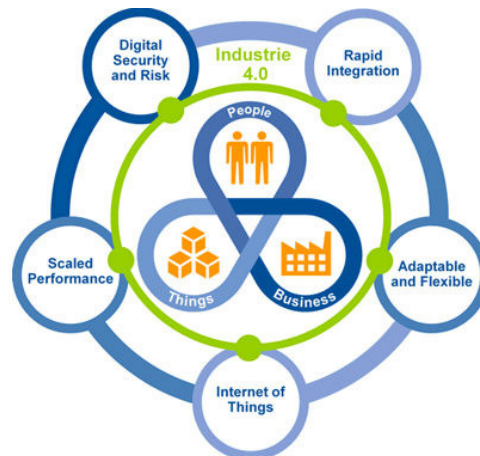


Figura 2.1. Esquema Indústria 4.0 [3].

La indústria 4.0 suposa un salt qualitatiu en l'organització i gestió de la cadena de valor de la indústria. Ve determinada pels grans avenços de la tecnologia, permetent, entre altres beneficis, la hibridació entre el món físic i el digital o una major especialització en la cadena de valor i connectivitat entre els diferents actors.

2.1. Evolució de la indústria al llarg del temps.

Tal i com es pot observar en la figura 2.2. la indústria ha passat per 3 revolucions industrials [2, 4], la primera revolució industrial a vapor, la producció en massa de la segona i l'electrònica i la proliferació de la tecnologia de la informació ha caracteritzat la tercera, arribant al dia d'avui a la quarta revolució industrial, la qual es coneguda com a Indústria 4.0 .

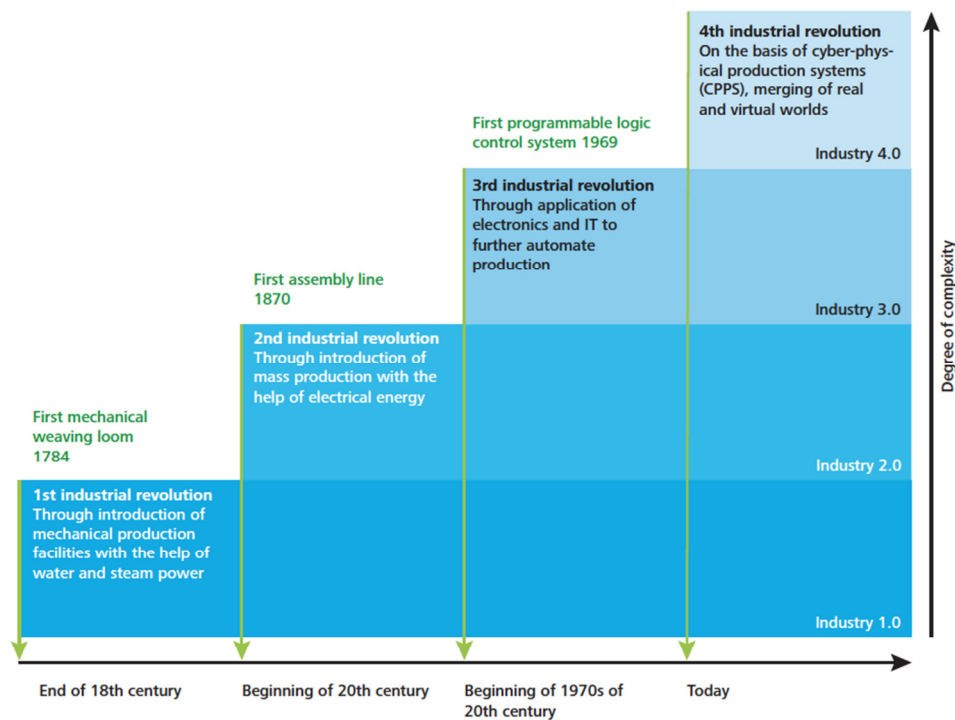


Figura 2.2. Evolució de la indústria [2].

- La 1era revolució industrial: va suposar un gran impacte en la societat, economia i cultura de tot el món. Va ser un llarg procés d'innovacions que va durar uns 150 anys. Durant aquest període es van introduir instal·lacions mecàniques per la producció amb l'ajuda de l'energia de l'aigua i el vapor, especialment en els sectors de manufactura, producció d'energia, transports i agricultura.
- La 2ona revolució industrial: amb l'aparició de la productivitat en cadena, es va introduir la producció en massa amb l'ajuda de l'energia elèctrica. Un dels resultats d'aquestes innovacions va ser la creació d'economies d'escala

causant una reducció en els costos mentre les màquines i el volum de producció augmentaven.

- La 3era revolució: al final del segle XX van aparèixer els ordinadors, els softwares i els “paquets d’informació” que permetien la comunicació entre ordinadors. Addicionalment, a través de l’aplicació de l’electrònica i l’IT es va crear la producció automatitzada.
- La 4ta revolució industrial: actualment, la fusió entre el sistema industrial, els ordinadors i els sistemes de comunicació obren una nova frontera per accelerar la productivitat, reduir ineficiències i millorar l’experiència humana en la feina. Un dels elements claus en aquest procés és el sistema de producció ciber-físic (CPPS) que permet fusionar el món real amb el món virtual. La “producció intel·ligent” es converteix en la norma en un món on màquines intel·ligents basades en tecnologies d’informació i comunicació (ICT), sistemes i xarxes són capaços de intercanviar i respondre informació independentment, per gestionar el procés productiu industrial.

2.2. Bases per la iniciació de la Indústria 4.0.

Aportar instruments digitals a les màquines industrials és el primer pas. Diferents factors s’han alineat per tal d’aconseguir que la indústria 4.0. sigui viable. A continuació s’explica amb detall part d’aquests factors claus:

- Costos inicials baixos: els costos de instrumentació s’han reduït significativament, permeten una major equipació i monitorització de la maquinària.
- CPS (Sistema de Producció Ciber-Físic): es tracta de tecnologies que gestionen sistemes interconnectats entre productes físics i tecnològics. Amb els recents avenços que han resultat en una major disponibilitat i uns costos menors de sensors, sistemes d’adquisició de dades i xarxes informàtiques, la naturalesa competitiva de la indústria fa que més fàbriques implementin

metodologies amb altes prestacions tecnològiques [5]. Es un dels motors de les tecnologies d'informació i comunicació (ICT), junt amb les xarxes globals, que impulsa el progrés tecnològic.

Aquesta tecnologia no tan sols connecta les màquines entre elles, sinó que a demés, crea una xarxa intel·ligent de màquines, propietats, sistemes ICT, productes intel·ligents i persones a través de tota la cadena de valor i del cicle de vida de un producte.

El CPS permet ajuntar el mon virtual amb el mon físic on objectes intel·ligents es comuniquen e interactuen entre ells.

- Internet of Things (IOT): el CPS es la base per la creació de el internet de les coses (IOT) [5], on es combina amb el internet dels serveis per crear la indústria 4.0. La interacció entre sistemes amb softwares d'alt rendiment e interfases que estan integrades en les xarxes digitals crea un mon completament nou de sistemes funcionals.
- Industrial Internet of Things (IIOT): Avui en dia, només algunes màquines estan connectades a la xarxa i utilitzen ordinadors integrats [7]. Amb el internet industrial de les coses (IIOT), mes aparells (inclús productes sense acabar) seran enriquits amb ordinadors integrats i connectats utilitzant tecnologies estàndards. Això permetrà a les màquines comunicar-se e interactuar entre elles i amb controls mes centralitzats. Aquest procés descentralitzarà els processos d'anàlisi i presa de decisions, permeten respostes a temps real.
- “Big data”: fa referencia al emmagatzematge de grans quantitats de dades i als procediments utilitzats per identificar patrons repetitius [8]. Els avenços en softwares i tècniques d'anàlisi permeten entendre la gran quantitat de dades generades per dispositius intel·ligents.

Big data es convertirà en un punt clau en termes de competitivitat, provocant noves formes de creixement de la productivitat e innovació.

Hi han 5 aspectes on la utilització de la big data pot crear valor:

- Pot fer la informació transparent i utilitzable a una freqüència més elevada.
 - A mesura que les organitzacions creant i emmagatzemant més dades en forma digital, podran recol·lectar informació més acurada i detallada des de productes en estoc fins baixes de personal per malaltia, incrementant la rendibilitat.
 - Permet una orientació més orientada a cada client.
 - Millora en la presa de decisions.
 - Millora en el desenvolupament de nous productes i serveis.
- Business intelligent: es l'habilitat de transformar les dades d'informació en coneixement per tal de poder optimitzar la presa de decisions en un negoci.

Les dades d'informació són una de les peces claus en la indústria 4.0., però el creixement massiu del flux d'informació aporta poc valor sense les tècniques d'anàlisis adequades. Aquestes dades provenen de múltiples fonts, en diferents formats i hi ha una necessitat de combinar la informació interna amb l'externa.

Gracies a les tècniques d'anàlisis utilitzades en el procés de Business intelligent, com ara els quadres de comandament integrat (CMI), sistemes de suport a la presa de decisions (DSS) o sistemes d'informació executiva (EIS), s'arriba a crear valor per l'empresa.

- Cloud computing: actualment, les empreses estan utilitzant “cloud-based softwares” per algunes aplicacions analítiques, però amb la indústria 4.0., més processos de producció requeriran compartir més dades amb companyies i llocs [6]. Com a resultat, les dades de les màquines i la seva funcionalitat, seran implementades en el núvol.
- Seguretat cibernètica: amb l'increment de la connectivitat, s'ha observat la necessitat de un eficient règim de seguretat en internet. Mantenir una infraestructura IT protegida es un requeriment vital [4, 7]. Els processos de seguretat i control han de ser dissenyats amb múltiples capes de defensa.

Segons Barry Hensley, Director de la Unitat Contra les Amenaces / Grup de Recerca per l'empresa Dell SecureWorks: "Els processos de seguretat i control han de incloure vulnerabilitat en el cicle de vida de la gestió, protecció al final, sistemes de detecció/prevenició de intrusos, visibilitat de la xarxa i entrenament en seguretat." La protecció d'informació sensible i valuosa es el principal objectiu de la gestió de la seguretat.

Durant els darrers anys, molts venedors d'equipament industrial han creat aliances amb companyies de seguretat cibernètica.

Cal destacar també que per tal d'arribar a la indústria 4.0. mitjançant innovacions tecnològiques, primer a sigut necessari una inversió en investigació per tal de desenvolupar la tecnologia necessària. Es important mencionar que hi han hagut una sèrie d'associacions e institucions, les quals han servit com a base inicial pel desenvolupament de la tecnologia necessària per aconseguir la indústria 4.0.

El binomi de les Tecnologies de la Informació i Comunicació (TICs) -Indústria, o viceversa [8], ocupa un paper destacat en l'agenda dels líders polítics nacionals i internacionals. Si bé en el seu temps les biociències, i posteriorment les nano ciències, se situaven en els primers llocs del "hit parade" d'oportunitats d'alt potencial basades en la ciència i la tecnologia, la fabricació intel·ligent, o el que és el mateix, el binomi TICs-indústria rep en aquest moment una atenció similar, ja que es té l'esperança que aquest binomi serveixi per regenerar la indústria manufacturera.

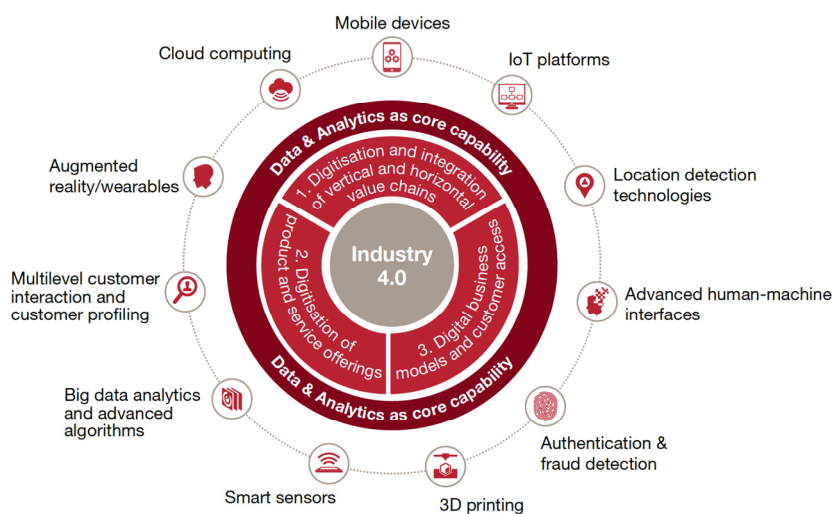


Figura 2.3. Aplicacions per a la indústria 4.0 [10].

2.3. Smart Factories.

La fusió entre el món virtual i el físic a través de CPPS i la fusió resultant entre processos tècnics i de negoci estan definint l'inici de la indústria intel·ligent.

La indústria intel·ligent es una estratègia de negoci axis com una avantatge per a les indústries a l'hora de competir en el ambient e-business. L'objectiu es aconseguir una integració completa de tots els elements de un negoci, com ara, proveïdors, xarxa de serveis als clients, procés productiu i productes, a traves de la connectivitat e intel·ligència de les noves tecnologies [2, 11, 12].

Els productes, recursos i processos de la indústria intel·ligent utilitzen els CPPS, aportant avantatges significants en qualitat a temps real, temps, recursos i costos, en comparació amb el model tradicional.

La indústria esta dissenyada segons practiques de negoci sostenibles i orientades al servei. Això implica adaptabilitat, flexibilitat, auto-adaptabilitat i aprenentatge i gestió del risc.

Per tal d'arribar a la indústria és important l'existència d'una interfase amb altres infraestructures intel·ligents, com ara mobilitat intel·ligent, logística intel·ligent i cases i edificis intel·ligents. Les connexions entre les xarxes socials i les de negoci també jugant un rol important en la transformació digital de la indústria. Totes aquestes xarxes e interfícies resultants de la indústria 4.0 junt amb "la internet de les coses, serveis, dades i persones" implica que el sector industrial estigui preparat per grans canvis.

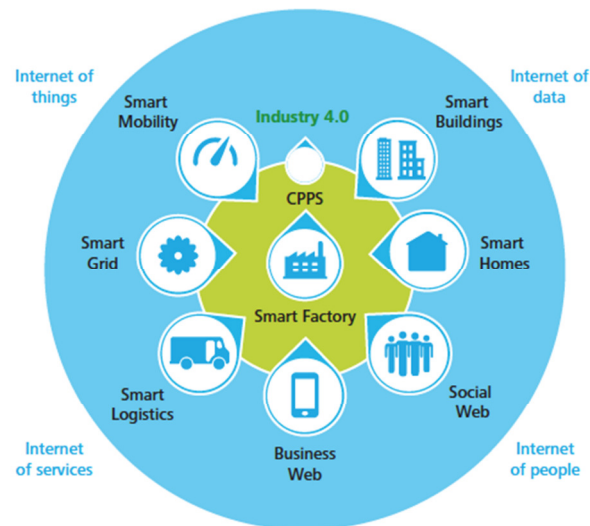


Figura 2.4. Smart Factory [2].

Alts nivells d'automatització són la base en la indústria intel·ligent, sent possible mitjançant una xarxa flexible de CPPS, la qual ofereix poder respondre casi a temps real i per tant permet al procés de producció intern a ser radicalment eficient.

Això representa una revolució en la producció en:

- Innovació i estalvi de costos i temps;
- Creació de un model de valor basat en la producció “bottom-up”, on la seva capacitat de connexió crea noves i més oportunitats de mercat.

Les següents quatre característiques de la indústria 4.0. demostren la gran capacitat que la indústria té per canviar[2]:

1- Xarxa vertical de sistemes de producció intel·ligent:

Les indústries intel·ligents s'organitzen internament i permeten aconseguir una producció especialitzada al client e individualitzada. Per obtenir aquest objectiu, es necessari que la informació sigui extensament integrada. En aquesta primera fase, s'utilitzen els sistemes de producció ciber-físics (CPPS) aconseguint que les fàbriques reaccionin ràpidament a qualsevol modificació en la demanda o en els nivells de estocs.

Un valor afegit al CPPS, es que també permet una automatització de la gestió del manteniment, mitjançant la connectivitat entre recursos i productes, poden ser situats els materials a qualsevol lloc i a qualsevol moment en els que es necessitin.

- 2- Integració horitzontal a través de la generació de noves xarxes globals de la cadena de valor:

Aquestes noves xarxes de creació de valor son xarxes a temps real que permeten integrar transparència, oferir un alt grau de flexibilitat a través de tot el procés de la cadena a l'hora de actuar ràpidament davant de qualsevol inconvenient i facilita una optimització global.

Aquesta integració entre clients i empreses poden generar nous models de negoci i de cooperació.

- 3- Amb l'enginyeria a través de tota la cadena de valor:

L'enginyeria es troba en el disseny, desenvolupament i fabricació de nous productes i serveis, els quals necessitaran nous sistemes productius, que permeten la creació de noves sinergies entre el desenvolupament d'un producte i el sistema productiu.

- 4- L'acceleració a través de tecnologies exponencials:

La introducció de noves tecnologies permetrà aconseguir solucions individualitzades, flexibilitat i un estalvi de costos en el procés industrial.

La intel·ligència artificial, la robòtica avançada i els sensors tenen el potencial necessari per arribar al objectiu final de les fàbriques intel·ligents.



Figura 2.5. Les quatre característiques de la indústria 4.0 [2].

Les fàbriques s'estan convertint en plantes digitalitzades i robotitzades. Ja no és una cosa "futurista" veure com els diferents processos estan interconnectats i les màquines interactuaran entre si i amb les persones. Però, quins són els ingredients d'aquest suculent "plat industrial"?

- **Màquines treballant AMB humans:** les màquines no van a substituir a les persones. El factor fonamental en la "Indústria 4.0" és l'ésser humà, el treballador interactuarà amb la màquina de forma col·laborativa.
- **Fabricació "adaptable":** la nova fàbrica 4.0 s'adaptarà constantment a les necessitats de la societat o del client, variant la producció i creant productes personalitzats.
- **Instal·lacions autònomes:** plantes "autogestionables" i cadenes de producció que es configuren de manera més flexible per donar resposta a situacions de producció canviants segons la demanda del mercat.

- **Informació en temps real:** totes les dades que es deriven del procés de fabricació estan disponibles en temps real a totes les àrees que integren l'empresa per millorar l'eficiència de la planta i controlar a temps possibles fallades o errors.
- **Fusió entre el "virtual" i el "real":** integració del disseny del producte i l'enginyeria de producció basada en una plataforma empresarial digital comú. El producte es dissenya i prova virtualment, per corregir possibles errors abans de fabricar la versió real.

Tres són, però, les principals diferències de la fabricació intel·ligent pel que fa als precedents que s'assenyalen:

- La seva relació amb un coneixement i uns avenços científic-tecnològics no radicals, sinó relativament madurs.
- La seva estreta vinculació amb la innovació no tecnològica, reflectida, fonamentalment, en la necessitat de nous models de negoci i noves relacions laborals per aprofitar tot el seu potencial.
- El seu potencial de generació d'oportunitats en tots els sectors industrials, no només en els més emergents i intensius en coneixement.



Figura 2.6. Didàctica de les TIC [9].

A la indústria 4.0, les persones segueixen sent essencials. D'una banda, seran les encarregades de conceptualitzar i dissenyar el producte, a més de decidir la forma de produir-lo (simulen i comparen les diferents opcions de producció) i proposar l'opció més apropiada. Com a pas final, hauran de seleccionar el model de producció i implementar-lo.

Es pot concloure que la producció en indústries intel·ligents comporta nombrosos avantatges respecte la fabricació i producció tradicional.

2.4. Nous models de negoci.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la quarta revolució industrial que està tenint lloc actualment, comportarà la creació de nous models de negoci o adaptació dels actuals, així com noves lleis legals [13].

Alguns dels aspectes que s'hauran de crear o adaptar són els següents:

- Flexibilitat en el horari dels treballadors:

La indústria 4.0 crearà noves formes d'interacció entre màquines i persones, que tindran un impacte en la naturalesa del treball i en l'estructura organitzativa. Segons Stefan Gerlach, un investigador en Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO: "Els sistemes de mobilitat-flexible i les màquines intel·ligents senten les bases per una major necessitat de flexibilitat en els horaris. Els torns de producció poden tenir diferents hores d'inici per cada treballador. En un futur, els treballadors inclús podrien treballar en diferents companyies en diferents dies de la setmana, aconseguint mantenir una feina a temps complet."

- Estructures organitzatives més planes:

Les empreses es podran beneficiar d'una estructura organitzativa més plana al poder gestionar i controlar la informació més dispersa.

- Integració del departament de IT:

Una millor integració entre el departament de IT i el departament d'operacions on els desenvolupadors de softwares podran entendre com les seves solucions estan sent utilitzades en la producció i els operaris entendran com les seves línies de producció son afectades per aquests softwares.

- Anàlisis de la informació per poder fer prediccions [14]:

La creació de noves aplicacions per tal de fer prediccions sobre els canvis de les tendències d'us i consum així com la prevenció de possibles escenaris no desitjats. Això és possible gracies a la anàlisis de la informació provinent dels dispositius o sensors.

Per exemple una possible aplicació seria l'ús de sensors en el motor d'una màquina per tal de mesurar el rendiment del motor i poder realitzar un manteniment adient i així reduir el número de parades per averies.

- Orientació centralitzada en els clients [14]:

A través de la sensòrica e intel·ligència que incorporen els productes s'aconsegueix una connexió amb altres productes o serveis permeten nous models de negoci cooperatius centrats en el client.

Un cop realitzat aquest anàlisi de necessitats d'informació i antecedents, es poden destacar les fonts més rellevants que s'han consultat per realitzar l'avantprojecte i que serviran per desenvolupar el projecte de detall posterior.

A continuació es mostra el llistat de les fonts més utilitzades en la anàlisis de necessitats d'informació i antecedents i per realitzar la viabilitat tècnica:

[2]. Deloitte (2015). Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.

[4]. General Electric Co.; [Peter C.Evans and Marco Annunziata], (November 26, 2012); Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines.

[6]. Germany Trade & Invest (GTAI); [William MacDougall], (July 2014); Industrie 4.0, Smart Manufacturing for the future.

[8]. McKensey & Company; [James Manyika, Michael Chui, Brad Brown, Jacques Bughin, Richard Dobbs; Charles Roxburgh and Angela Hung Byers], (May 2011); Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.

P.W.C.; [Dr. Reinhard Geissbauer, Jesper Vedso and Stefan Schrauf], (September 2015); Industry 4.0: Building the digital enterprise.

[13]. The Boston Consulting Group; [Markus Lorenz, Michael Rüßmann, Rainer Strack, Knud Lasse Lueth, and Moritz Bolle], (September 2015); Man and Machine in Industry 4.0 'How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025'.

[14]. Ministerio de industria de energia y turismo; (28 de abril, 2016); ww.youtube.com; Nuevos modelos de negocio de la industria 4.0 entorno a la cadena de valor.

[17]. Generalitat de Catalunya, Departament d'Innovació, Universitats i Empresa, Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM), [Menno Veeffkind, Marta Albertí, Mercedes Masip, Ricardo Mejía i Xavier Ayneto de l'empresa IDOM Innova], (Setembre 2009); Innovació en el desenvolupament de nous productes.

3. Abast del projecte.

L'abast del projecte proposat de fer un sistema de gestió de disseny d'un producte en el context de la indústria 4.0, és realitzar un estudi de les metodologies i les eines per dissenyar un producte innovador i aplicar-les, per dissenyar-ne un de nou o millorar-ne un ja existent significativament.

Un cop s'ha realitzat l'estudi i s'han identificat les eines i les metodologies per crear un producte nou i innovador, fer una proposta del desenvolupament de la solució, escollin la combinació d'eines i metodologies que més s'adeqüen amb els objectius i les especificacions tècniques definides.

El principal objectiu del projecte és identificar nous requeriments per al disseny de producte en el context de la indústria 4.0, i l'aplicació d'aquets nous requeriments al disseny i llançament d'un producte de consum i així aconseguir reduir significativament el time to market.

Una vegada es tingui clar quines metodologies i eines, sobre la gestió i el disseny de producte en el context de la indústria 4.0, es faran servir, fer la tria d'un producte innovador. Quan s'hagi fet la tria del producte aplicar l'estudi de les metodologies i les eines per dissenyar-lo, desenvolupar-lo i llançar-lo.

Un cop s'ha dissenyat, desenvolupat i llançat el producte fer un estudi de viabilitat econòmica i una viabilitat mediambiental, per tal de demostrà que l'aplicació d'eines i metodologies relacionades amb la indústria 4.0 és una forma de gestionar un producte molt competitiva i .

4. Objectius i especificacions tècniques.

En aquest capítol s'indiquen els objectius específics del projecte, les especificacions tècniques associades.

4.1 Objectius.

- Disseny d'un sistema de gestió per el disseny d'un producte.
- Gestió del procés de la innovació de producte.
- Viabilitat econòmica i mediambiental elevada del producte.

4.2 Especificacions tècniques.

- Disseny d'un sistema de gestió per el disseny d'un producte.
 - Time-to-market molt reduït.
 - Disminuir el temps de disseny de producte.
 - Gran generació de valor per al client.
 - Reduir riscos.
- Gestió del procés de la innovació de producte.
 - Capacitat d'innovar el producte amb rapidesa.
 - Fabricació i llançament del producte de forma innovadora.
- Viabilitat econòmica i mediambiental elevada del producte.
 - Estructura de costos fixes molt reduïda.
 - Time-to-market molt reduït.
 - Elevada rendibilitat.
 - Poc impacte ambiental en les fases d'exploració, ús i eliminació del producte.

5. Anàlisi de viabilitat.

5.1. Viabilitat tècnica.

El que pretén el projecte és identificar nous requeriments per al disseny de producte en el context de la indústria 4.0, i l'aplicació d'aquets nous requeriments al disseny i llançament d'un producte de consum i així aconseguir reduir significativament el time to market.

Per tal de poder fer un model de gestió de disseny d'un producte nou i innovador en el context de la indústria 4.0, a continuació es realitza un estudi per demostrar que les diferents eines i metodologies, existeixen i compleixen els requeriments necessaris per satisfer els objectius marcats d'aquest projecte.

- PLM (*project lifecycle management*).

És important considerar la possibilitat d'utilitzar les noves tecnologies, especialment si es coneixen les capacitats existents en aquests programes per facilitar el procés de desenvolupament de nous productes. Particularment, la consideració de programes PLM [15].

La funció del PLM és la gestió de tota la informació referent als productes en totes les fases del seu cicle de vida: la planificació, el disseny, la producció, el suport i manteniment i la fi de la vida. Es tracta d'un programa transversal que és utilitzat per diverses persones en diferents departaments de l'empresa, tal com ocorre en el cas dels programes customer relationship management (CRM), supply chain management (SCM) i enterprise resource planning (ERP). El caràcter transversal fa que els programes PLM funcionin com a entorn digital per a l'enginyeria concurrent.

Els avantatges potencials de la implantació són els mateixos que els de la implantació de l'enginyeria concurrent: aconseguir una millor qualitat en els productes, reduir el time-to-market, millorar l'ús de recursos i millorar la comunicació transversal, entre d'altres.

Els programes PLM ofereixen una àmplia gamma d'aplicacions i funcionalitats [15]. No obstant això, la probabilitat d'èxit pel que fa a la implantació i la viabilitat econòmica depenen molt de la senzillesa del programa.

- AMFE (anàlisi modal de fallades i efectes).

L'AMFE és una eina per analitzar cada possible fallada potencial del producte o procés, les seves causes i els seus efectes per tal d'identificar punts crítics en el disseny del producte o procés [17,18,19]. La finalitat de l'AMFE és disminuir el nombre i la gravetat de les fallades i millorar el disseny del producte i/o el disseny del procés productiu.

Com més aviat s'utilitza l'AMFE en el procés de desenvolupament de nous productes més possibilitats hi ha de poder eliminar les causes de potencials fallades.

Per portar a terme l'AMFE cal conèixer les necessitats que té l'usuari respecte al producte, conèixer les funcions que complirà el producte i tenir alguna idea sobre el disseny del producte.

L'objectiu d'incloure l'AMFE en l'especificació del producte és conèixer el “valor negatiu” del producte, així com les fallades que impedeixen la satisfacció de les necessitats de l'usuari final

Els tipus de fallades que es poden produir són específics per a cada producte. És una bona pràctica fer un inventari de la fallada específica per al producte abans de començar-ne el disseny. Per a cada fallada potencial s'analitza a més la probabilitat que es produeixi i la gravetat. Així, l'equip es posa en condicions de formular pautes de disseny del producte amb l'objectiu d'evitar la idea de fallada i/o disminuir-ne l'efecte.

L'AMFE ajuda l'equip a inventariar i analitzar les fallades potencials que engloba un producte de forma sistemàtica. A continuació es recullen alguns conceptes importants:

- Elements de fallada (“patologia” de la fallada)
 - Forma de fallada: en què consisteix la fallada? - Efecte de la fallada: com afecta l'usuari?
 - Causa de la fallada: per què es produeix?
- Índexs AMFE
 - Severitat de la fallada (S): quina és la gravetat de l'efecte?
 - Probabilitat d'ocurrència (O): quina és la probabilitat que succeeixi?
 - Probabilitat de no-detecció (D): quina és la probabilitat de (NO) neutralitzar-la?
- QFD

El QFD pot definir-se com un sistema estructurat que facilita el mitjà per identificar necessitats i expectatives dels clients (veu del client) i traduir-les al llenguatge de l'organització, això és, a requeriments de qualitat interns.

Es desplega en l'etapa de planificació amb la participació de totes les funcions que intervenen en el disseny i desenvolupament del producte o servei.

Té dos propòsits:

- Desplegar la qualitat del producte o servei. És a dir, el disseny del servei o producte sobre la base de les necessitats i requeriments dels clients.
- Desplegar la funció de qualitat en totes les activitats i funcions de l'organització.

L'element bàsic del QFD és l'anomenada Casa de la Qualitat (House of Quality) [19]. És la matriu d'on se'n derivaran totes les altres. Aquest enfocament matricial és el que caracteritza el mètode, de manera que el desplegament de la qualitat utilitzarà un ampli nombre de matrius i de taules relacionades entre sí.

- Brainstorming (la tempesta o pluja d'idees).

La creativitat i la capacitat per imaginar noves situacions i solucions són competències clau en el desenvolupament de nous productes [17, 21].

Les tècniques de creativitat s'utilitzen al llarg de tot el procés per solucionar problemes concrets o imaginar noves situacions de forma forçada. Abans d'aplicar-les és imprescindible crear condicions que afavoreixin la creativitat.

Les tècniques de creativitat es poden utilitzar amb diferents objectius, ja sigui per a la detecció d'oportunitats, per trobar solucions a reptes concrets o per obtenir el màxim d'informació sobre una realitat concreta. En aquest últim cas, es tracta d'una creativitat aplicada a l'anàlisi. Per a molta gent, el brainstorming és sinònim de les tècniques de creativitat.

Tècnicament, algunes de les tècniques de creativitat que s'apliquen en projectes de DNP les pot executar una sola persona. Malgrat això, executar-les en equip dona un resultat tan superior que aconsella desenvolupar-les sempre en un equip de dues persones o més.

La generació d'idees es podria assimilar d'alguna manera a un esport. Exigeix una bona execució de les tècniques, un escalfament previ i un bon entrenament. És particularment important practicar periòdicament una de les tècniques per estar “en forma” en el moment en què l'equip necessita les idees urgentment.

- DFM (design for manufacturing).

El DFM té com a objectiu millorar la viabilitat de fabricació del producte, a partir de considerar unes pautes determinades durant les primeres etapes del disseny dels productes [17].

En general, el DFM s'utilitza en el redisseny de productes, encara que també es pot utilitzar en el disseny de productes nous. Cal dir també que el DFM es pot utilitzar amb una doble visió:

- Comparar la viabilitat de fabricació de diferents dissenys.
- Millorar el disseny d'un producte per fer-lo més fàcilment fabricable.

Es considera que en les fases inicials del disseny d'un producte, el cost de les quals és relativament baix, es prenen decisions que comprometen una part molt important del cost de fabricació del producte final (vegeu figura).

El DFM pretén ajudar l'equip de disseny a prendre decisions beneficioses per a la fabricació del producte des de l'inici del disseny.

El DFM es pot utilitzar des del disseny conceptual fins al disseny de detall, amb diferents objectius:

- Des del disseny bàsic: definició del concepte de producte i del mètode de fabricació.
 - Fins a l'enginyeria: recerca d'un compromís entre el disseny del producte i el mètode de fabricació.
- FIFO (First in, first out) i LIFO (Last in, first out).

FIFO i LIFO (per les seves inicials en anglès) són les dues avaluacions comunes d'inventari que utilitzen les empreses per tenir en compte el valor de l'inventari una vegada que es ven. Cada mètode de valoració té avantatges i inconvenients i donades les ramificacions financeres, les petites empreses han de considerar la importància estratègica de seleccionar l'enfocament adequat.

FIFO és un acrònim que significa "primer a entrar, primer a sortir". Amb aquest mètode de valuació d'inventari, l'empresa compta el valor d'inventari rebut en primer lloc quan es fan les vendes. Una de les raons més comuns que una societat decideix fer servir FIFO és perquè és una forma més natural en línia recta, ja que compta teu primer inventari com en els primers articles venuts. Això el fa especialment útil quan el seguiment dels articles de l'inventari és simple.

LIFO és un acrònim que significa "últim en entrar, primer a sortir". Per tant, està explicant la teva inventari més recent que vas rebre amb els primers articles venuts. En realitat, això et dona un aspecte més realista dels costos de mercat de l'inventari que vens, ja que es venen poc després de rebut. La raó principal d'algunes companyies que trien LIFO en els períodes d'inflació, però, és que ajuda a mantenir els ingressos fiscals actuals baixos, ja que les seves compres més recents solen tenir una base de cost més elevat.

Un cop realitzat aquest estudi es demostra que el projecte que es vol dur a terme de l'aplicació de les metodologies i les eines en el marc de la indústria 4.0 per dissenyar i fer el llançament d'un producte de consum és tècnicament viable.

5.2. Viabilitat econòmica.

La viabilitat econòmica del projecte s'avalua mitjançant un estudi econòmic que inclou el pressupost del projecte, la determinació de l'estructura de costos (inversió més costos operatius), i un anàlisi de rendibilitat.

Com aquest projecte és teòric la viabilitat econòmica es farà del producte amb el que s'aplicarà el marc conceptual establert al disseny d'un producte consum. A continuació es fa un esquema de com s'haurà de fer la viabilitat del producte que escollit en el projecte de detall. Si l'estudi de rendibilitat d'aquest producte és superior al 50 % es podrà dir que el projecte és econòmicament viable.

5.2.1. Pressupost del projecte.

El pressupost del projecte, detallat al capítol 8 d'aquest document, inclou els costos d'enginyeria, els costos indirectes i els costos d'amortitzacions dels software i de l'equip necessari per el desenvolupament del projecte.

A continuació es mostra un resum del pressupost total del projecte que formarà part dels costos d'inversió a considerar en l'anàlisi de rendibilitat.

PRESSUPOST		
Capítol	Descripció	€
1	Elaboració del projecte	29.238,00 €
2	Amortitzacions	528,16 €
Total		29.766,16 €
IVA (21%)		6.250,90 €
TOTAL FINAL		36.017,06 €

Taula 5.2.1. Pressupost del projecte.

5.2.2. Expectatives de productivitat.

Per poder realitzar un estudi de viabilitat del projecte s'haurà d'establir una productivitat del producte per tal de justificar la inversió que es farà.

Per establir aquesta productivitat es realitzarà un estudi de mercat per estima la demanda que hi haurà del producte un cop es comercialitzi, amb aquest estudi de mercat també es marcarà la durada de creixement del producte.

Un cop realitzat l'estudi de mercat es marcarà un preu de venda del producte.

5.2.3. Estructura de costos.

En aquest apartat es detallarà l'estructura de costos del producte que es divideix en els costos variables i fixos d'exploració.

Un cost variable és aquell que es modifica d'acord amb les variacions del volum de producció (o nivell d'activitat), es tracti tant de béns com de serveis. És a dir, si el nivell d'activitat decreix, aquests costos decreixen, mentre que si el nivell d'activitat augmenta, també ho fa aquesta classe de costos.

Els costos fixos són aquells costos que no són sensibles a canvis petits en els nivells d'activitat, sinó que romanen invariables davant d'aquests canvis. Per exemple, el pagament del lloguer de l'edifici, el salari del gerent i dels treballadors, l'impost sobre activitats econòmiques, etc., són costos fixos.

Amb aquesta estructura de costos es calcula el punt d'equilibri en nombre d'unitats venudes per any.

$$pq_e = CF + vq_e$$
$$q_e = \frac{CF}{p - v} = \text{unitats}$$

5.2.4. Costos d'inversió.

A continuació es detallen els costos d'inversió necessaris per dur a terme el projecte:

- Costos del pressupost d'enginyeria.
- Costos dels elements tecnològics necessaris, axis com la ma d'obra necessària per adaptar la maquinària actual a les noves tecnologies .
- Costos dels elements d'immobilitzats necessaris per a l'explotació del projecte, com ara, noves màquines les quals portin el sistema informàtic necessari.

5.2.5. Anàlisi de rendibilitat.

Per tal d'analitzar si un projecte es viable o no, un dels anàlisis a efectuar es el anàlisi de rendibilitat. Aquest anàlisi ofereix numèricament uns beneficis estimats de la inversió, mitjançant el mètode del valor actual net.

Per analitzar la rendibilitat del projecte es calcula el valor actual net considerant:

- Una vida de la inversió de 3 anys (degut a la constant modernització de la maquinària actual).
- Tipus d'interès $i = 0,75 \%$ (Constant al llarg de tota la vida de la inversió. Font: EUROSTAT. Juliol 2013)
- Índex de Preus Industrials $g = 2,5 \%$ (Constant al llarg de tota la vida de la inversió. Font: INE. Variació anual de l'índex general per al mes de desembre de 2013)

Concepte	Any1	Any2	Any3
Ingressos			
Costos de producció			
Amortitzacions			
Benefici abans d'impost (BAI)			
Benefici net (BN)			
Cash-Flow			

Taula 5.2.5.1. Fluxos de caixa nets anuals.

$$VAN = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+i)^t \cdot (1+g)^t} = \text{€}$$

Per últim, calculem l'índex cost-benefici:

$$ICB = \frac{VAN}{C_0} \cdot 100 = \%$$

5.3. Viabilitat mediambiental.

L'impacte mediambiental directe d'aquest projecte és pràcticament inexistent ja que és un projecte teòric. D'aquesta manera la viabilitat mediambiental s'haurà de realitzar del impacte indirecte, es a dir del procés de desenvolupament, d'ús i de reciclatge o de recanvi del producte que s'explotaria a partir del projecte.

Com es durar a terme l'aplicació del marc conceptual establert al disseny d'un nou producte de consum innovador o a la millora significativa d'un ja existent, durant la realització del projecte, es farà un estudi mediambiental del producte, un cop aquest hagi estat escollit.

Les taules, que s'hauran de completar a l'hora de realitzar l'estudi, que s'observen a continuació són un petit resum de totes les taules de l'estudi ambiental que es realitzarà.

	Accions Impactants	Observacions
Fase de Construcció o Execució	No té accions impactants.	L'avantprojecte no implica cap acció impactant, ja que és un informe teòric.
Fase de Funcionament o Explotació	No té accions impactants.	L'avantprojecte no implica cap acció impactant, ja que és un informe teòric.
Fase d'us	No té accions impactants.	L'avantprojecte no implica cap acció impactant, ja que és un informe teòric.

Taula 5.3.1. Accions impactants.

	Factor Ambiental	Impacte sobre ...
Medi Natural	Atmosfera	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Sòl	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Aigua	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Flora	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Fauna	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Medi perceptual	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
Medi Socioeconòmic	Usos del territori	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Culturals	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Infraestructura	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Humans	No te cap impacte sobre aquest aspecte.
	Economia i població	No te cap impacte sobre aquest aspecte.

Taula 5.3.2. Factors ambientals impactants.

Les taules han estat emplenades per demostrar que l'avantprojecte no té cap tipus d'impacte ambiental, i que quan es realitzi la segona fase del projecte com es pot observar en els objectius s'haurà de realitzar un estudi mediambiental més acurat sobre el procés de disseny i llançament del producte que s'haurà escollit.

Algunes adreces d'*Internet* que es consultaran per realitzar l'estudi mediambiental són les següents:

- Comissió europea avaluació ambiental:
http://ec.europa.eu/dgs/environment/index_en.htm
- Ministeri espanyol de medi ambient: <http://www.magrama.gob.es/>
- Associació espanyola de AIA: <http://www.eia.es/>
- Departament de medi ambient català:
<http://www20.gencat.cat/portal/site/mediambient>
- Planta de tractament integral de residus Ecoparc de Barcelona:
<http://ecoparcbcn.com/>

6. Desenvolupament de la solució

Un cop exposades les eines i metodologies de disseny d'un sistema de gestió de disseny d'un producte en el context de la indústria 4.0, en la viabilitat tècnica del capítol anterior, revisant els objectius i les especificacions tècniques, esmentades en l'apartat 4 d'aquest document, juntament analitzant l'abast del projecte es pot definir quines eines es faran servir per l'execució del projecte de detall.

Els objectius marcats en aquest projecte són els següents:

- Disseny d'un sistema de gestió per el disseny d'un producte.
- Gestió del procés de la innovació de producte.
- Viabilitat econòmica i mediambiental elevada del producte.

Per poder afrontar a un bon sistema de gestió de disseny de nous productes és bàsic combinar les metodologies següents:

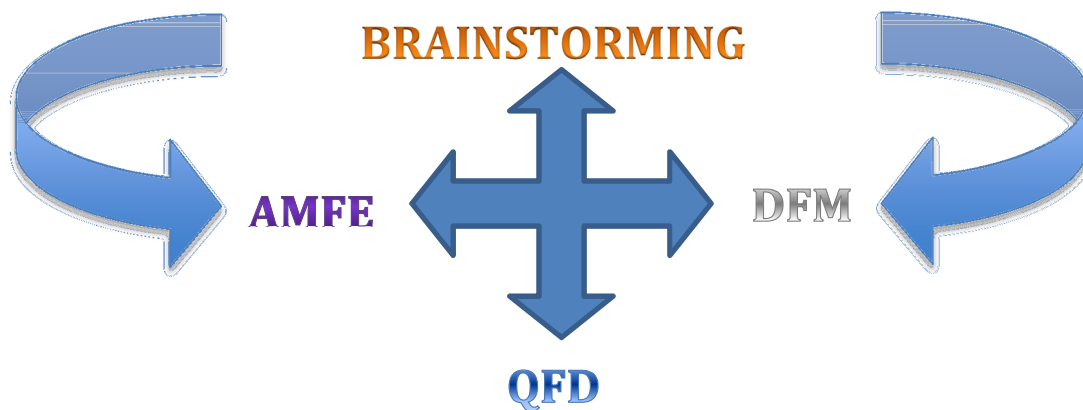


Figura 6.1. Esquema disseny de producte.

Combinant aquestes tres eines es pot assegurar un bon disseny de producte, ja que amb l'AMFE s'eliminen els possibles defectes del producte durant la seva fabricació i durant el seu cicle de vida d'ús, amb el QFD poden connectar els requeriments o necessitats dels clients amb la solució tècnica d'enginyeria, amb el DFM es pot ajustar al màxim el procés de producció del producte i així poder tenir una bona viabilitat de

fabricació i finalment amb el Brainstorming es pot localitzar i cobrir les necessitats de l'usuari.

Per controlar el cicle de vida del producte i així poder anar innovant-lo i adaptar-lo a les noves necessitats del mercat es farà servir un sistema PLM, que és l'encarregat de seguir tot els passos per el que passa un producte durant aquest està actiu.

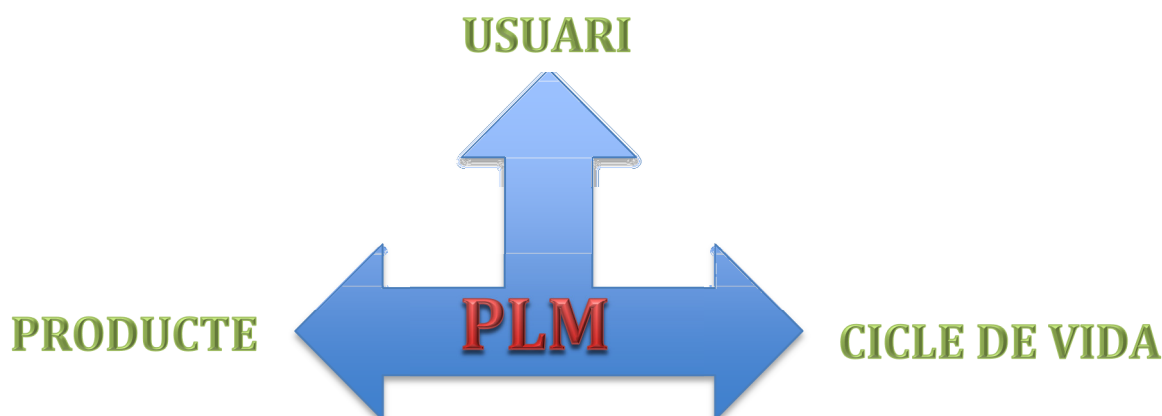


Figura 6.2. Diagrama PLM.

Amb aquest sistema de control del cicle de vida del producte també es podrà analitzar la viabilitat mediambiental del producte.

Un sistema per reduir considerablement els costos del producte és implementar un sistema FIFO, que marca que un producte ha d'estar el mínim temps possible en parat, es a dir en un magatzem per exemple, així es pot reduir també el Time-to-Market del producte.

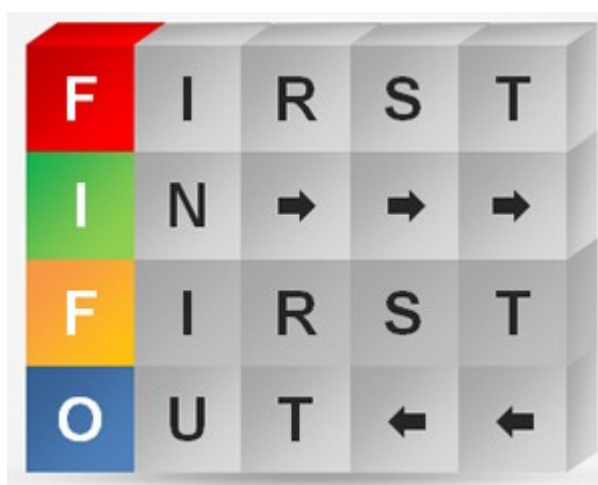


Figura 6.3. Diagrama FIFO.

7. Planificació

En aquest capítol del avantprojecte es detalla la planificació de les tasques ha realitzar durant el projecte i l'explicació del que es realitzarà en cada una de les tasques, també s'indiquen els recursos (en aquest cas només hi ha un recurs ja que és un projecte individual) i la durada que es destinarà en cada una d'elles.

Per tal de que el projecte sigui el més real possible s'estableix que les jornades de treball són de 6 hores, en horari intensiu i es marcarà un total de 2 hores extres per dia com a màxim. El cost marcat pel recurs d'un enginyer mecànic segons les tasques que es realitzin és de 20 €/h – 40 €/h en hores normals i de 25 €/h – 50 €/h en hores extres, en l'apartat de pressupost es desglossa el cost de cada tasca amb la seva durada, el seu preu unitari i el seu cost total.

7.1.Llistat de tasques del projecte.

A continuació es realitza un llistat detallat de les tasques a realitzar.

- Avantprojecte: en aquesta tasca es realitza la proposta de projecte, objectius, especificacions tècniques, viabilitat del projecte, pressupost ... Si han destinat 100 hores.
- Desenvolupar el projecte de detall: en aquesta etapa del projecte és on es desglossarà amb detall el desenvolupament de la solució proposada, aquesta tasca és una de les més importants i una de les que se li dedicaran més hores.

Aquesta tasca es divideix en les següents tasques on aquestes es durant a terme simultàniament.

- Estudi de les metodologies per el Disseny de Producte 4.0.
- Estudi de les eines per el Disseny de Producte 4.0.

- Crear una metodologia per Dissenyar un Producte innovador.
- Triar o combinar les eines estudiades per Dissenyar un producte innovador.
- Elecció del producte: un cop s'hagi desenvolupat el projecte de detall amb claredat es farà la tria d'un producte per aplicar el marc conceptual establert.
- Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte: aquesta és una tasca molt important, ja que és on s'aplicarà tot l'estudi previ sobre les eines i les metodologies per el disseny de producte que s'han detallat en l'etapa de desenvolupar el projecte de detall, es destinaran unes 150 hores.
- Viabilitat econòmica: un cop focalitzat el projecte sobre un producte es realitzarà l'estudi de viabilitat econòmica per demostrar la viabilitat del projecte i per veure la seva rendibilitat.
- Viabilitat mediambiental: per acabar de demostrar la viabilitat del projecte es realitzarà un petit estudi de viabilitat mediambiental del producte.
- Tancament del projecte: en aquesta etapa del projecte es realitzarà el tancament del projecte, es documentarà tot el que s'ha realitzat durant la seva execució i es realitzarà el document de desviacions si es que es produeixen respecte l'avantprojecte. En aquesta tasca es preveu que es necessitaran 20 hores de feina amb la possibilitat d'augmentar-les, si es que fos necessari.
- Presentació del projecte: aquesta és l'última tasca del projecte, que tractarà de preparar i realitzar una presentació d'avant d'un tribuna del projecte realitzat.

Nom de la tasca	Descripció	Duració (h)	Començament	Final	Tasca predecessora
Avant projecte.	Proposta del projecte detallant els objectius.	100	29/08/16	14/09/16	Inici del projecte
Documentació del projecte.	Es realitza l'escrit de tot el projecte.	50	14/09/16	01/12/16	Avantprojecte
Desenvolupar el projecte de detall.	Es divideix en les següents 4 tasques.	0	19/09/16	14/10/16	Documentació del projecte.
Estudi de les metodologies de Disseny de Producte 4.0	S'estudiaran les diferents metodologies per dissenyar un producte dins el context de indústria 4.0.	40	19/09/16	23/09/16	Desenvolupar el projecte de detall.
Estudi de les eines per Dissenyar un producte innovador.	S'estudiaran les diferents eines per dissenyar un producte dins el context de indústria 4.0.	40	26/09/16	30/09/16	Estudi de les metodologies de Disseny de Producte 4.0
Crear una metodologia per Dissenyar un Producte Innovador.	Mitjançant l'estudi anterior es crearà un model de gestió de producte en l'àmbit de l'indústria 4.0.	40	03/10/16	07/10/16	Estudi de les eines per Dissenyar un producte innovador.
Triar o combinar les eines estudiades per Dissenya un Producte Innovador.	Mitjançant l'estudi anterior es combinaran les eines que més convinguin per disminuir el time to market del producte.	40	10/10/16	14/10/16	Crear una metodologia per Dissenyar un Producte Innovador.
Elecció del producte	S'escollirà un producte innovador per aplicar el model de gestió desenvolupat anteriorment.	25	17/10/16	20/10/16	Triar o combinar les eines estudiades per Dissenya un Producte Innovador.

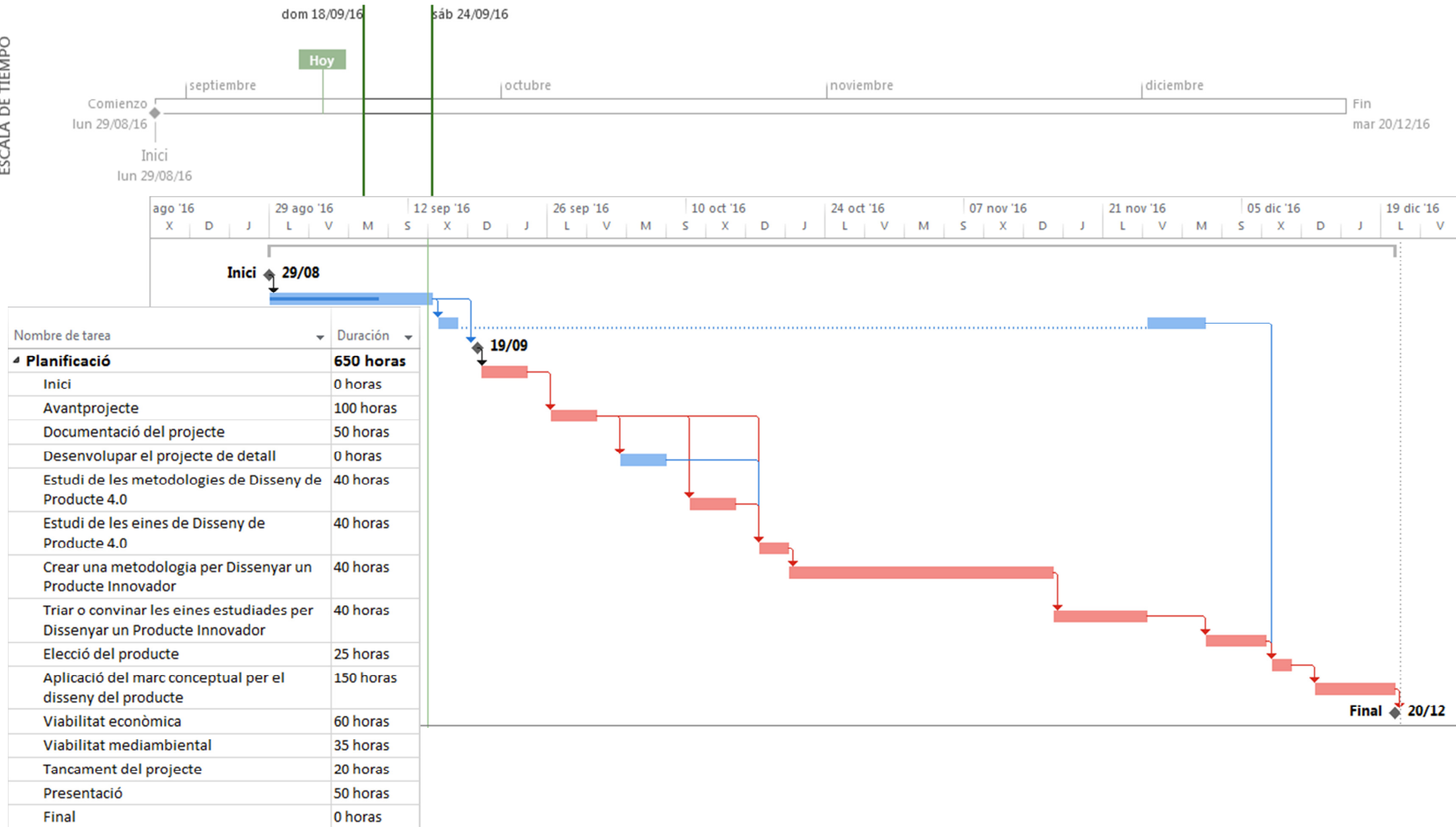
Nom de la tasca	Descripció	Duració (h)	Començament	Final	Tasca predecessora
Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte	S'aplicarà el model de gestió desenvolupat anteriorment per el disseny i llançament del producte escollit.	150	20/10/16	15/11/16	Elecció del producte
Viabilitat econòmica	Es realitzarà una viabilitat econòmica del projecte.	60	15/11/16	25/11/16	Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte
Viabilitat mediambiental	Es realitzarà una viabilitat mediambiental del projecte.	35	01/12/16	07/12/16	Viabilitat econòmica
Tancament del projecte	Es realitzaran les conclusions i les desviacions del projecte.	20	07/12/16	09/12/16	Viabilitat mediambiental
Presentació	Es prepararà una presentació per exposar el projecte davant un tribunal.	50	12/12/16	20/12/16	Tancament del projecte
RESUM DEL PROJECTE		650	29/08/16	20/12/16	Presentació

Taula 7.1.1. Taula de tasques .

• 7.2. Diagrama de Gantt.

DIAGRAMA DE GANTT

ESCALA DE TIEMPO



8. Pressupost

En aquest apartat es fa referència al pressupost previst per a la realització del projecte proposat. El pressupost està dividit en tres capítols: un per l'elaboració del projecte i el de les amortitzacions oportunes.

Cal esmentar que el pressupost està basat en una estimació de les hores de treball, les quals poden patir alguna variació i provocar petites desviacions del pressupost.

8.1. Medicions.

En aquesta secció del pressupost es recullen els amidaments corresponents al treball que es realitzarà d'enginyeria (disseny i desenvolupament de la solució).

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Parts iguals
1.1	Avantprojecte	100 h
1.2	Documentació del projecte	50 h
1.3	Desenvolupar el projecte de detall	150 h
1.4	Elecció del producte	25 h
1.5	Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte	160 h
1.6	Viabilitat econòmica	60 h
1.7	Viabilitat mediambiental	35 h
1.8	Tancament del projecte	20 h
1.9	Presentació	50 h

8.2. Quadre de preus.

En aquest apartat es fa referència als preus unitaris de cada tasca del projecte. El preu de cada tasca variarà (de 40 a 20 €/h) segons la seva complexitat i a les hores que se li dedicaran.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Unitats	Preu unitari hores normals (€)
1.1	Hores	40
1.2	Hores	20
1.3	Hores	40
1.4	Hores	20
1.5	Hores	40
1.6	Hores	30
1.7	Hores	30
1.8	Hores	20
1.9	Hores	20

8.3. Pressupost parcial.

Capítol I: Elaboració del projecte				
Cost d'enginyeria				
Codi	Descripció	Unitats totals	Preu unitari (€)	Import (€)
1.1	Avantprojecte	100 h	40	4.000
1.2	Documentació del projecte	50 h	20	1.000
1.3	Desenvolupar el projecte de detall	160 h	40	6.400
1.4	Elecció del producte	25 h	20	500
1.5	Aplicació del marc conceptual per el disseny del producte	150 h	40	6.000
1.6	Viabilitat econòmica	60 h	30	1.800
1.7	Viabilitat mediambiental	35 h	30	1.050
1.8	Tancament del projecte	20 h	20	400
1.9	Presentació	50 h	20	1.000
Costos indirectes				
1.	Costos indirectes (20 %).			4.430

TOTAL CAPÍTOL I (10 % de marge)

29.238,00

€

Els costos d'enginyeria surten de la deguda planificació i de l'assignació de recursos de cada tasca, mitjançant el programa informàtic MS - Project.

Capítol III: Amortitzacions				
Equips informàtics i software				
Codi	Descripció	Cost Inv.	N (anys)	€/projecte
2.1	Ordinador.	1.500	3	250
2.2	Software MS-Project.	200	3	33,33
2.3	Software Microsoft Office Empresa 2013.	269	3	44,83
Costos indirectes				
2.4	Material d'oficina.	2.000	5	200

TOTAL CAPÍTOL II	528,16	€
-------------------------	---------------	----------

Per les amortitzacions s'estableix un període de 3 anys degut al increment d'innovacions tecnològiques (el que comportaria una renovació constant de l'immobilitzat), excepte en el cas del material d'oficina que se li estima una vida útil de 5 anys. Aquestes es calculen amb la suposició de que es realitzaran dos projectes per any.

8.4. Pressupost global.

Total Capítol I **29.238,00 €**

Total Capítol II	528,16 €
-------------------------	-----------------

TOTAL	29.766,16 €
--------------	--------------------

IVA 21% 6.250,90 €

TOTAL PRESSUPOST	36.017,06 €
-------------------------	--------------------

9. Bibliografia

En aquest apartat es nombra la bibliografia consultada per a realitzar l'avantprojecte realitzat.

- [1].Indra, (23 de Julio 2015, Madrid); Indústria Conectada 4.0: Presentación de la iniciativa.
- [2].Deloitte (2015). Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.
- [3].<http://smartcio.es/industria-4-0/>
- [4].General Electric Co.; [Peter C.Evans and Marco Annunziata], (November 26, 2012); Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines.
- [5].Elsevier; [Jay Lee, Behrad Bagheri and Hung-An Kao], (december 2, 2014); A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0- based manufacturing systems.
- [6]. Germany Trade & Invest (GTAI); [William MacDougall], (July 2014); Industrie 4.0, Smart Manufacturing for the future.
- [7].The Boston Consulting Group; [Markus Lorenz, Michael Rüßmann, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel and Michael Harnisch], (april 2015); Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.
- [8].McKensey & Company; [James Manyika, Michael Chui, Brad Brown, Jacques Bughin, Richard Dobbs; Charles Roxburgh and Angela Hung Byers], (May 2011); Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.
- [9].FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2015); El papel de las TICs en la cuarta revolución industrial: La fabricación inteligente.
- [10]. P.W.C.; [Dr. Reinhard Geissbauer, Jesper Vedso and Stefan Schrauf], (September 2015); Industry 4.0: Building the digital enterprise.
- [11]. Researchgate; [Muammer KoçJun, Jun Ni, Jay Lee and Pulak Bandyopadhyay], (October 2014); Introduction e-Manufacturing.

- [12]. WCE (July 2 - 4, 2008, London, U.K.). E Manufacturing a Technology Review.
- [13]. The Boston Consulting Group; [Markus Lorenz, Michael Rüßmann, Rainer Strack, Knud Lasse Lueth, and Moritz Bolle], (September 2015); Man and Machine in Industry 4.0 'How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025'.
- [14]. Ministerio de industria de energia y turismo; (28 de abril, 2016); www.youtube.com; Nuevos modelos de negocio de la industria 4.0 entorno a la cadena de valor.
- [15]. Researchgate; [R. Sudarsan, S.J. Fenves, R.D. Sriram and F.Wang], (February 2006); Aproduct information modeling framework for product lifecycle management.
- [16]. 19th International Congress on Project Management and Engineering; [Huertas Vera, María del Carmen, Peralta Álvarez, María Estela, Marcos Bárcena, Mariano, Aguayo González, Francisco, Córdoba Roldán, Antonio, González-Regalado Montero y Eduardo], (Granada, July 2015); Arquitectura de PLM sostenible en proyectos de ingeniería.
- [17]. Generalitat de Catalunya, Departament d'Innovació, Universitats i Empresa, Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM), [Menno Veefkind, Marta Albertí, Mercedes Masip, Ricardo Mejía i Xavier Ayneto de l'empresa IDOM Innova], (Setembre 2009); Innovació en el desenvolupament de nous productes.
- [18]. Elsevier; [Kuei-Hu Chang and Ta-Chun Wen], (2010); A novel efficient approach for DFMEA.
- [19]. www.asq.org; [R. Dan Reid], (May 2005); FMEA - Something old Something New.
- [20]. IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT, VOL. 60, NO. 1; [Liang-Hsuan Chen, Wen-Chang Ko, and Chien-Yao Tseng], (February 2013); Fuzzy Approaches for Constructing House of Quality in QFD and Its Applications: A Group Decision-Making Method.
- [21]. Group Dynamics: Theory, Research, and Practice; [Ajeeta Deuja, Nicholas W. Kohn, Paul B. Paulus, and Runa M. Kor], (2014); Taking a Broad Perspective Before Brainstorming.